100 ВЕЛИКИХ ЗАГАДОК АСТРОНОМИИ

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

С той знаменитой январской ночи 1610 года, когда Галилей навёл свой телескоп на небо и открыл спутники Юпитера, многие учёные и энтузиасты последовали его примеру и открыли немало планет и звёзд, существование которых в настоящее время не подтверждается. И задолго до Галилея необъяснимые явления в космосе ставили в тупик мыслителей и будоражили умы обывателей. Сегодня – в XXI веке, несмотря на то, что современная наука продвинулась далеко вперёд, в астрономии накопилось множество открытий и наблюдений, которые требуют для своего объяснения новых теоретических построений. Все они, на первый взгляд, кажутся чрезвычайно сложными, но, учитывая опыт прошлого, ученые не спешат отступать.

О самых волнующих загадках современной астрономии рассказывает очередная книга серии.

- Александр Викторович Волков
- Солнечная система
- Влияет ли солнечная активность на земную жизнь?
- Солнце экономит свет?
- Существует ли планета Вулкан?
- Новые и старые загадки Меркурия
- Почему на Венере так жарко?
- Тайна вулканического ада Венеры
- Моря принесены на Землю из космоса?
- Жизнь принесена на Землю из космоса?
- Почему пришли в движение литосферные плиты?
- Метеориты помогли эволюции?
- Динозавров погубил метеорит?
- Льды, зной и циклы Миланковича
- Однажды в Сибири: падение тунгусского метеорита
- Что нам ждать от Апофиса?
- Какой финал ждет нашу планету?
- Можно ли сдвинуть Землю?
- Как родилась Луна?
- Обратная сторона Луны
- Таинственная геология Луны: магнитное поле, извержения вулканов, сейсмическая активность
- Есть ли вода на Луне?
- Загадочные вспышки на Луне
- Влияет ли Луна на нашу жизнь?
- Исчезнувшие реки Марса

- Загадка марсианских кратеров
- Есть ли жизнь на Марсе?
- Фобос – таинственный спутник Марса
- Загадка большого красного пятна
- Водный мир Европы
- Огненный мир Ио
- Тайна происхождения колец Сатурна
- Странные озера Титана
- Грандиозные фонтаны Энцелада
- Уран, спящий на боку
- «Белые пятна» Нептуна
- Как зародилась Солнечная система?
- Великая космическая бомбардировка: что было причиной?
- Могут ли планеты Солнечной системы сталкиваться друг с другом?
- Забытые всеми Плутон и Харон
- «Рог изобилия» в поясе Койпера
- В споре двух звезд рождается Седна?
- Где прячется Немезида?
- Вестницы жизни из космоса
- Могут ли микробы перелетать из одной звездной системы в другую?
- Наша Вселенная, ее пространство и время
- Этот странный мир звезд
- Таинственный мир спиральных галактик
- Загадки Млечного пути
- Происхождение Млечного пути
- Почему звезды убегают из нашей Галактики?
- Шаровые звездные скопления, «космические мафусаилы»
- Происхождение шаровых скоплений
- Те, кто приходят позже: «космические вампиры»
- Бомбы темного неба
- Взрывались ли сверхновые звезды в окрестностях земли?
- Чем нам грозит эта карины?
- Путешествие в глубь нейтронной звезды
- Этот причудливый мир магнитаров
- Обманчивая красота планетарных туманностей
- Незримая поступь коричневых карликов
- Эти экстремальные, экзотичные экзопланеты
- Под далекой звездой-водой
- В поисках «второй Земли»
- Приключения одиноких планет
- Загадки черных дыр
- Что находится в центре млечного пути?

- В поисках черных дыр средних размеров
- Испаряются ли черные дыры?
- Можно ли совершить путешествие в черную дыру?
- Существуют ли белые дыры?
- Тайна гамма-вспышек
- Можно ли заметить гравитационные волны?
- Могут ли сталкиваться Галактики?
- Что произойдет при столкновении нашей Галактики с Туманностью Андромеды?
- Галактические скопления, или «мыльные пузыри» Вселенной
- Что такое «Великий Аттрактор»?
- Загадка темного вещества
- Из чего состоит темное вещество?
- Вселенная состоит из темной энергии?
- Темная энергия: все только иллюзия?
- Существуют ли зеркальные миры?
- Есть ли в космосе антимиры из антивещества?
- Во вселенной есть тайные тропы?
- Что обнаружили в созвездии Эридана?
- Есть ли жизнь во Вселенной?
- Нет ли жизни во Вселенной?
- Далекое прошлое и будущее космоса
- Загадки Большого взрыва
- Что было до Большого взрыва?
- Мир законов природы
- Мир фундаментальных констант
- Странности космической инфляции
- Время первых звезд
- Каким космологи представляют себе «Конец Света»?
- Вселенная – это «мыслящий организм»?
- Другие времена, другие вселенные
- Возможны ли путешествия во времени?
- Машина времени курта Гёделя
- «Петля времени» Джона Ричарда Готта
- Мир параллельных Вселенных
- Можно ли побывать в параллельной Вселенной?
- Параллельные вселенные Стивена Хокинга
- Параллельные вселенные Александра Виленкина
- Гипотеза размножения вселенных Ли Смолина

Александр Викторович Волков
Сто великих загадок астрономии

Солнечная система

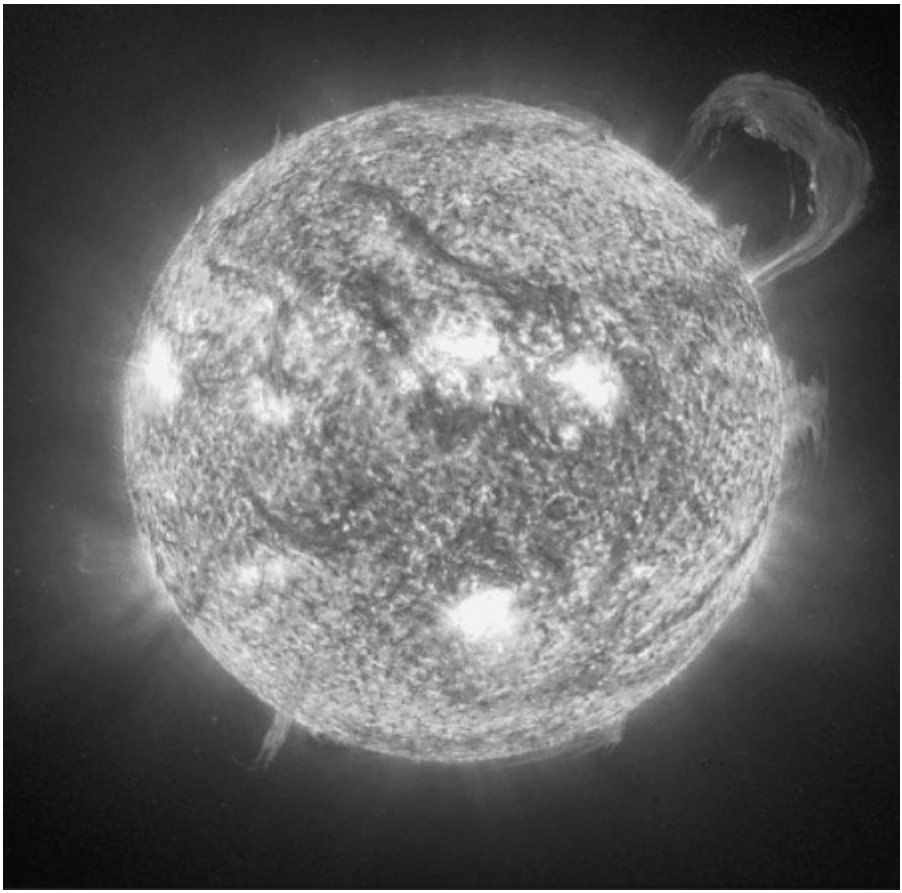
Влияет ли солнечная активность на земную жизнь?

С тех пор как на Земле появились люди, они с трепетом наблюдали за Солнцем и почитали его как бога. Без него на Земле не было бы жизни. Лишь оно согревает нашу планету. Питает растения. Дарует энергию. Кажется, что Солнце правит всей нашей жизнью. Впрочем, иногда оно нарушает равномерный ход событий.

День 13 марта 1989 года в канадском Квебеке не забудется и через два десятилетия. Девять часов подряд не работали все приборы, не светилось ни искорки в лампочках. Города провинции, где проживало как-никак шесть миллионов человек, проваливались в темное прошлое, холодное настоящее. В тот день мир земного электричества случайно соприкоснулся с миром небесного жара – и исчез, испарился вмиг.

За четыре дня до этого Солнце выбросило огромное количество вещества. Когда же, – если следовать образам рыцарских романов, – солнечная стрела достигла стены земной крепости, та содрогнулась. В результате в высоковольтных линиях электропередачи в Квебеке, принявшем на себя этот удар, сила тока достигла запредельных величин.

Это только кажется, что Солнце далеко – за 150 миллионов километров от нашей планеты. Что оно шлет лишь лучи живительные, благотворные. Солнце от случая к случаю «взрывается», теряя десятки миллиардов тонн вещества – солнечной плазмы. Подобные вспышки чаще всего наблюдаются, когда активность Солнца достигает максимума или приближается к нему. Канун такого максимума и обернулся бедой для Квебека.



Солнце от случая к случаю взрывается, теряя десятки миллиардов тонн вещества – солнечной плазмы

При приближении максимума солнечной активности, как правило, заметно возрастает число пятен на Солнце. Происходит это в среднем каждые 11 лет. Ровно столько, условно говоря, длится цикл солнечной активности. Впрочем, его продолжительность порой достигает семи, а то и семнадцати лет. В иных случаях в год активного Солнца количество пятен на нем бывает необычайно велико, как, например, в 1958 году; в других случаях – весьма скудно (в 1805 году). Сам максимум растягивается почти на три года.

Именно в районах солнечных пятен происходят грандиозные вспышки, которые сопровождаются выбросом заряженных частиц в сторону планет, обращающихся вокруг Солнца. После таких вспышек к Земле мчатся потоки высокоэнергетичных частиц. К счастью, магнитное поле нашей планеты и ее атмосфера служат надежным экраном – «крепостной стеной», которую почти не пробить легкими стрелами, пущенными светилом.

Но ведь в последние полвека мы осваиваем околоземное

пространство – идем навстречу Солнцу, туда, где летят его стрелы. От полного спокойствия здесь зависит, например, надежная работа наших телевизионных и телефонных систем. Теперь мы с особенной остротой чувствуем, насколько же мы уязвимы для солнечных бурь. Перед ними беспомощны наши спутники и другие аппараты, начиненные умнейшей электроникой. По оценке экспертов, ежегодно только в США фиксируется около полутора сотен поломок спутников по причине космического ненастья. Особенно беззащитны перед ними будут экипажи кораблей, которые выберутся за «магнитные стены» земной крепости, скажем, во время экспедиции на Луну или Марс.

В недалеком будущем прогнозы космической погоды так же прочно войдут в наш обиход, как и обычные метеосводки. Ведь, зная о грядущей солнечной буре, можно подготовиться к ней, подобно тому, как жители Карибских островов готовятся к очередному урагану. Пока же нам остается лишь вовремя реагировать. А вот предсказывать сроки очередной бури на Солнце ученые не берутся. По-прежнему эти события происходят для нас внезапно. «Мы еще не вполне понимаем физические процессы, обуславливающие солнечную активность, – под этими словами подпишется любой астрофизик. – Нам нужны более точные данные и, главное, требуется значительно больше сведений, чтобы создать теоретическую модель процессов, протекающих на Солнце».

На протяжении почти двух столетий ученые пытались гадать, каким будет очередной солнечный максимум, но, как правило, ошибались. Пока мы не можем даже прогнозировать продолжительность солнечных циклов. Мы готовы уверенно говорить лишь о том, что уже произошло. Так, новый цикл солнечной активности – двадцать четвертый за время систематических наблюдений за нашим светилом – начался в 2008 году.

Еще за пару лет до этого Солнце буквально оцепенело. Пятна исчезли почти полностью. Минимум. Бессилие «небесного бога» отразилось, как в зеркале, в безволии и бездействии его земных подданных. Вот как описывал состояние человеческого общества в период минимальной активности Солнца великий русский мыслитель Александр Чижевский.

«Политическая жизнь глохнет, подавляется. Правительство превращается в тяжелый пресс. Личность утрачивает индивидуальный облик в политической жизни, вырастая в сфере интеллектуальной. Ее насилует государственный механизм. Протест личности ничтожен. Она принимает насилие и терпит

его как нечто должное».

2006 год. Солнце спокойно, абсолютно спокойно. Бывшие избиратели беспрекословно сносят любые причуды правительств. Всемирные террористы – за немногими исключениями – не думают ни о небоскребах, ни о театрах. Перед любым неформальным митингом других партий легче найти десять тысяч тех, кто не пойдет на него, нежели сыскать одного добровольца. Все заняты обыденными делами, верят в семейные ценности больше, чем в грандиозный мираж революций. Путь от гражданского повиновения до неповиновения кажется длиннее, чем жизнь. В обществе приказного благоденствия царит непробудный штиль.

Но в этом затишье нет ничего вечного. По прошествии нескольких лет Солнце вновь «пробуждается от спячки». Чего же ждать от сезона солнечных бурь? Мощные потоки заряженных частиц нервически возбуждают все живое, как убедительно показал А.Л. Чижевский. Коронарные выбросы солнечного вещества, воспользуемся его определением, «вызывают острые кризисы в массовом поведении». «Тень солнечных бурь» ложится на Землю. Барометр общественной погоды во многих частях мира вновь начинает показывать бурю. То в одной стране, то в другой прокатываются «революции, восстания, смуты, бунты, войны, походы, экспедиции, эмиграции, переселения, гонения и прочие вспышки массовой деятельности» (А.Л. Чижевский). Политические новости, поступающие из разных уголков мира, например, из арабских стран, вновь и вновь заставляют вспомнить об этой гипотезе русского ученого, современника Октябрьской революции.

Не только люди, но и все живое на нашей планете, да и сама она бурно реагирует на процессы, происходящие на Солнце. «По-видимому, в эпохи наивысшего напряжения солнечной деятельности увеличивается число причин, располагающих эпидемии к усилению и развитию», – писал А.Л. Чижевский. Статистические данные, собранные им, находят все новые подтверждения.

Например, ученый секретарь Института микробиологии имени С.Н. Виноградского РАН Ирина Мысякина осторожно отмечает: «Пока для ученых большая загадка, чем вызваны стремительные и одномоментные мутации вирусов. При этом наблюдается некая цикличность по годам и десятилетиям. В определенный момент возникает пик вирусных заболеваний, а затем происходит спад. Некоторые специалисты выдвигают теорию, что определенное воздействие на вирусы оказывает повышенная солнечная активность. И действительно во многих

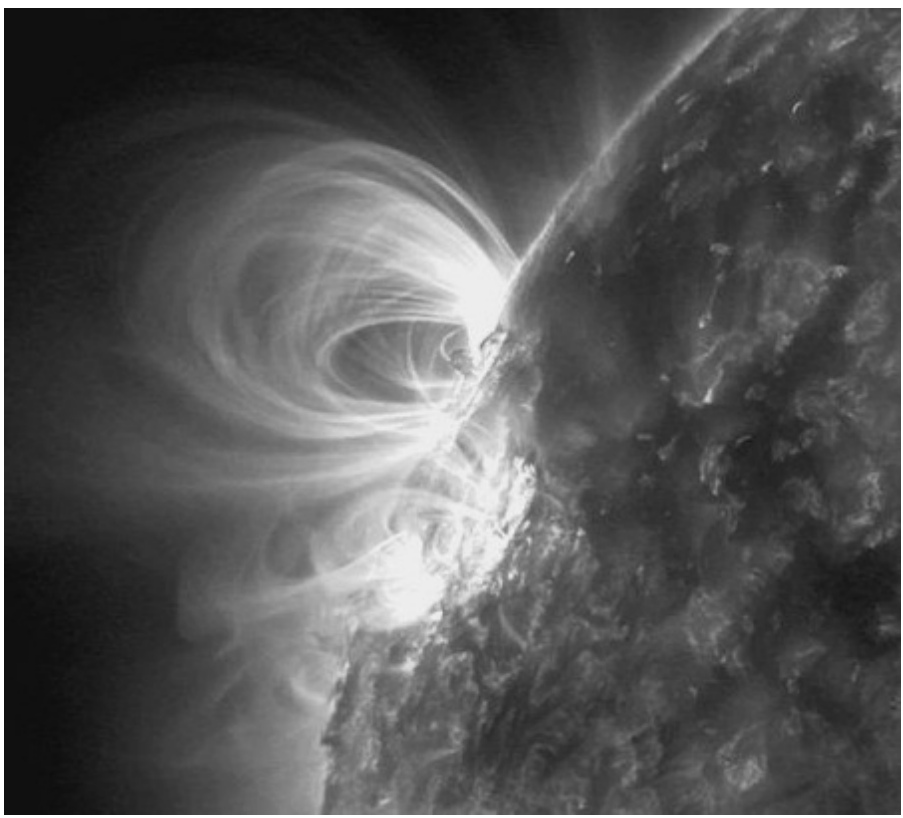
случаях пики активности и того и другого совпадают».

Мы все живем во власти правящего нами светила – этого «бога и царя», занимающего престол на небесах. Мы то безумно оживляемся, когда до нас долетят отголоски далеких бурь, то вяло, покорно не живем, а чахнем, подчиняясь любой власти, не готовые ни бороться, ни даже протестовать, – мы словно сами впадаем в спячку, едва успокоится Солнце, энергией которого питается человечество и чьей энергии так часто недостает для успеха решительных действий…

Солнце экономит свет?

В последние годы, к удивлению ученых, с Солнцем творится что-то не то. После предыдущего максимума активности, наблюдавшегося в середине 2000 года, наше светило странным образом притихло – словно упало в обморок, от которого никак не очнется. Никогда еще за последние сто лет его активность не была на таком низком уровне. Сами ученые с удивлением признают, что не ожидали от Солнца подобного.

Когда в 2006 году – после некоторого затишья – стали проявляться первые признаки нарастания солнечной активности, отдельные специалисты даже заговорили о том, что в начале 2010-х годов ожидается рекордный за последние десятилетия ее пик. Однако количество пятен на Солнце оставалось, наоборот, рекордно низким. Так, в 2008–2009 годах по два-три дня не наблюдалось ни одного пятна.



По прогнозам, в ближайшем будущем количество пятен на Солнце даже в период максимума его активности будет очень невелико

Опыт прошлых лет показывает, что за таким продолжительным спадом активности нашего светила обычно следует и очень невысокий ее пик. Вот и на начало 2011 года количество пятен на Солнце было почти на 70 % ниже, чем в той же фазе предыдущего цикла. Так, в феврале 1998 года, через два года после очередного минимума, на Солнце наблюдалось в среднем 53 пятна, а в июне 2010 года – всего 16.

Резко сократилась не только численность пятен на Солнце, но и интенсивность его излучения в радиодиапазоне. Так, в 2008 году она опустилась до самой нижней отметки за все время наблюдений. Нетрудно сделать вывод: если количество энергии, излучаемой Солнцем, сократилось, то и само светило немного остыло, пусть даже на доли градуса. Почему? Может быть, нарушился перенос энергии из недр Солнца к его видимой нами поверхности?

Затих и солнечный ветер. В 2008 году космический зонд «Улисс» зафиксировал самый низкий показатель давления солнечного ветра за все время измерений, проводившихся с начала 1960-х годов. Сама скорость частиц, его составляющих, изменилась несущественно, но вот их температура и плотность заметно уменьшились.

Итак, солнечный ветер ослаб, а потому все больше частиц может прилетать из глубин космоса в центральную часть Солнечной системы, в том числе и туда, где находятся планеты земного типа. Ведь солнечный ветер образует своего рода магнитный экран, защищает их. Однако в 2009 году уровень космического излучения, проникающего в наш «тихий уголок в Галактике», заметно возрос. Количество очень энергетичных частиц, снующих в межзвездном пространстве и «заглядывающих в наши края», увеличилось на 20 процентов по сравнению с отмеченным ранее максимумом.

Насколько все происходящее сейчас необычно? На этот вопрос ученые не берутся ответить, поскольку тщательные наблюдения за активностью Солнца фактически ведутся в течение всего нескольких десятилетий. Лишь количество солнечных пятен отмечается на протяжении вот уже четырех столетий, начиная с 1610 года. Если судить только по этому показателю, то подобные минимумы солнечной активности наблюдались и раньше, в последний раз – в 1913 году.

Особенно подробные сведения сохранились о так называемом минимуме Маундера, отмеченном в 1645–1715 годах. В ту пору Солнце светило не так ярко, как в другие эпохи. На нем почти не появлялось пятен. Зима в Европе, Северной Америке и Китае длилась долго и была очень холодной; летом часто случались

неурожаи. Это время назвали «малым ледниковым периодом». Может, все повторится?

Ученые из Института исследования Солнечной системы при Обществе имени Макса Планка (Германия) во главе с Сами Соланки, анализируя содержание радиоактивных изотопов углерода, попытались реконструировать интенсивность космического излучения, достигавшего поверхности Земли за последние 11 тысяч лет, а значит, и косвенно выявить активность Солнца в этот период. Из проведенного ими анализа следует, что, начиная с середины 1940-х годов, Солнце проявляло чрезвычайно высокую активность. Подобные максимумы отмечались и прежде, но, как правило, длились не более полувека. Всего за эти тысячелетия Солнце лишь 10 процентов времени «работало на полных оборотах». Возможно, именно сейчас заканчивается очередной «большой максимум», предполагает Соланки.

Некоторые ученые делают еще более радикальные выводы. Например, Уильям Ливингстон и Мэтью Пенн из Национальной солнечной обсерватории в Тусоне (Аризона) предполагают, что в скором времени солнечные пятна вообще могут исчезнуть. На это указывает, по их мнению, заметное снижение магнитной интенсивности пятен, наблюдаемое вот уже полтора десятилетия.

Что же заставляет Солнце периодически менять свой «режим работы», автоматически отключаться, как холодильник или утюг? Ученые пока затрудняются подробно описать процессы, протекающие на Солнце. Ясно одно: активность нашего светила определяется циклическими изменениями его магнитного поля.

Так что нас ждет в ближайшее время? По прогнозам, составленным на 2012–2013 годы, количество пятен на Солнце даже в период максимума его активности будет очень невелико. Рассуждая о текущем, 24-м цикле солнечной активности, астрономы все чаще вспоминают 10-й цикл. Тогда, в 1859 году, наибольшее число пятен на Солнце составило всего 78 (обычно в период максимума их появляется одновременно от 150 до 200). Но все, что «недодало» Солнце, оно возместило с лихвой в другом. В ночь с 1 на 2 сентября 1859 года на Солнце разразилась, пожалуй, сильнейшая буря, зафиксированная за все время регулярных наблюдений. Судя по сведениям, которыми мы располагаем, в той области Солнца, где произошла вспышка, уровень излучения за одну минуту удвоился. Восемнадцать часов спустя, когда поток заряженных частиц достиг Земли, начались многочисленные замыкания на телеграфных станциях. Последовали пожары. Если подобное событие повторится, ущерб будет огромным. Но как предсказать те катастрофы, что может вызвать на нашей планете Солнце, даже если оно, как мы видим,

«слегка задремало»?

К слову, любопытны наблюдения А.Л. Чижевского за последствиями максимума солнечной активности 1859–1860 годов для общественной жизни. «Эпоха этого максимума является важнейшей эпохой в истории Италии XIX века. С 1859 года начинается объединение Италии и основание Итальянского королевства. Могучая волна массовой активности прошлась по всей стране, и объединение Италии было делом всех итальянцев… Революционное движение сопровождалось вспышками энтузиазма и кровавыми столкновениями… С 1859 года для Германии началась новая эпоха ее государственности – эпоха нарождения германского единства… Почти внутри каждого из германских государств начались волнения».

И все-таки повлияет ли новый спад солнечной активности на климат Земли? Георг Фойлнер и Штефан Рамсторф из потсдамского Института изучения климатических изменений смоделировали эту ситуацию на компьютере. Вот результат: даже если солнечная активность заметно снизится, это почти не повлияет на глобальное потепление на нашей планете в XXI веке. Так, если солнечная активность сохранится на своем неизменном уровне, то к 2100 году на Земле станет теплее на 3,7–4,5 градуса Цельсия. Если же она окажется минимальной, то средняя температура повысится к 2100 году на 3,4–4,2 градуса. И это в самом благоприятном случае! Возможно, что влияние солнечной активности на глобальное потепление будет еще менее ощутимым. Так, в 2008–2009 годах количество пятен на Солнце было рекордно низким за последние сто лет, и в то же время 2009 год оказался вторым в списке самых теплых годов на нашей планете за все время наблюдений.

Существует ли планета Вулкан?

Полтора века назад была обнаружена планета Вулкан, орбита которой располагалась между Меркурием и Солнцем. Впоследствии Альберт Эйнштейн доказал, что этого небесного тела не должно существовать. Однако более полувека спустя планета Вулкан появилась в популярном телесериале «Звездный путь». Неужели ее загадка еще не решена? Загадка этой гипотетической планеты, открытой на кончике пера астрономом, который ранее прославился другим подобным предсказанием?

Итак, в 1846 году французский ученый Урбен Жан Жозеф Леверье, исследовав особенности движения Урана, вычислил орбиту и положение соседней с ним не известной пока планеты, которая получила название Нептун. Через несколько лет его внимание привлекли некоторые странности в поведении ближайшей к Солнцу планеты – Меркурия. Его орбита вовсе не была идеально эллиптической. Это означает, что, совершив оборот вокруг Солнца, Меркурий не возвращался в исходную точку. Иными словами, с каждым новым оборотом его перигелий, то есть ближайшая к Солнцу точка орбиты, немного смещался.

Французский математик Леверье, исследуя отклонения орбиты Меркурия, предположил существование планеты, которой он дал название «Вулкан»

Подобное явление характерно для всех планет Солнечной системы. Оно обусловлено притяжением ближайших небесных тел. В случае с Меркурием его «тянут» к себе Венера, Земля, Марс и Юпитер. Точка перигелия медленно вращается вокруг Солнца (сегодня известно, что она совершает полный оборот за 225 с лишним тысяч лет). За одно столетие поворот перигелия составляет 574 угловые секунды (в одном градусе – 3600 угловых секунд). Однако, если учесть влияние известных планет, – а Леверье педантично отметил все положения перигелия, – то эта величина должна быть равна 531 секунде. Странным образом перигелий Меркурия каждые сто лет «убегал» на 43 секунды вперед.

Судя по всему, где-то поблизости, между Меркурием и Солнцем, находилась еще одна не обнаруженная пока планета. Знаменитый астроном назвал это небесное тело, буквально купавшееся в солнечном огне, «Вулканом» в честь римского бога огня. (Справедливости ради надо сказать, что результаты вычислений, проделанных Леверье, были, на сегодняшний взгляд, не вполне точны, но верно передавали суть феномена – необъяснимое смещение перигелия).

Леверье опубликовал итоги своих расчетов в сентябре 1859 года, а вскоре после этого французский врач и астроном-любитель Эдмон Лескарбо сообщил ему, что 26 марта 1859 года видел на Солнце круглое черное пятно, которое всего за 75 минут переместилось на расстояние, превышавшее четверть солнечного диаметра. Леверье отправился к своему корреспонденту и ознакомился с собранными им сведениями. Это позволило ему определить, что неизвестная планета совершала оборот вокруг Солнца за 19 суток и 7 часов. Ее среднее расстояние от Солнца составляло 21 миллион километров, что равно примерно трети радиуса орбиты Меркурия, а масса была в 17 раз меньше его массы. Леверье убедился, что планета, открытая его коллегой, была слишком мала, чтобы объяснить особенности меркурианской орбиты. Однако она ведь могла быть лишь одной из нескольких планет, обретавшихся рядом с Солнцем.

На это событие откликнулись и другие астрономы. Так, исследователь из Цюриха Рудольф Вольф сообщил о своих наблюдениях. Это позволило Леверье открыть еще две небольшие планеты рядом с Солнцем. Период обращения одной из них составлял 26 суток, а второй – 38 суток.

Новый 1860 год должен был стать триумфом французского мэтра. Он был уверен в том, что во время полного солнечного затмения, которое ожидалось в Испании, эти планеты, открытые путем вычислений, можно будет наконец разглядеть, но этого не произошло. Неужели фиаско?

Среди астрономов развернулась дискуссия. Одни по-прежнему принимали любые подозрительные пятна на Солнце за таинственную планету, миновавшую солнечный диск, в то время как другие отказывали ей в праве на существование.

Вплоть до своей смерти, последовавшей в 1877 году, Леверье был убежден в том, что планету Вулкан можно найти. Впрочем, после многих лет безуспешных поисков большинство астрономов разуверилось в этом.

Загадка планеты Вулкан была окончательно решена 18 ноября 1915 года. Именно в этот день Альберт Эйнштейн опубликовал свое объяснение странностям в поведении

Меркурия. То, что казалось непонятным с точки зрения ньютоновской механики, находило свое истолкование, стоило обратиться к общей теории относительности.

Согласно ей, Солнце «искривляет» пространство и искажает орбиты планет. Если описывать движение Меркурия в евклидовом пространстве по законам механики Ньютона, то кажется, что он перемещается слишком быстро. Однако если обратиться к неевклидовой геометрии и теории Эйнштейна, странности исчезают. Разница в этих расчетах составляет те самые 43 угловые секунды, которые побудили когда-то Леверье придумать планету Вулкан. Теперь ее пришлось списать за ненадобностью.

На короткое время интерес к гипотезе Леверье пробудился в 1970 году, когда во время полного солнечного затмения некоторые исследователи обнаружили по соседству с Солнцем какие-то странные, слабо светящиеся объекты. Позднее астрономы предположили, что это были кометы.

Итак, в XIX и XX веках исследователи не раз наблюдали планету Вулкан, и теперь уже вряд ли удастся установить, что они на самом деле видели. Некоторые «наблюдения» могли объясняться простым дефектом оптики. За планету могли принять даже пролетавшую вдалеке птицу. Однако известен случай, когда в один и тот же день два астронома, жившие в разных городах, заметили независимо друг от друга некий объект, который двигался по диску Солнца. Возможно, это был астероид, хотя до сих пор науке не известно ни одного достоверно подтвержденного случая прохождения астероида по диску Солнца.

Планета Вулкан исчезла из анналов астрономии, чтобы уступить место… целой россыпи планет, которые заслуживают того же названия. Энтузиасты продолжают поиски «вулканоидов» – малых планет, чьи орбиты могут располагаться внутри орбиты Меркурия.

В принципе астрономы не сомневаются в том, что между Меркурием и Солнцем могут обнаружиться какие-то астероиды. Известно, что в далеком прошлом Меркурий подвергался «форменной бомбардировке», – о том времени напоминают многочисленные кратеры, оставшиеся на его поверхности после падения крупных метеоритов. Возможно, причиной такого «обстрела» было соседство с поясом астероидов. С тех пор это скопление малых планет, очевидно, изрядно поредело, но, может быть, несколько таких планет все еще кружат возле Солнца в непосредственной близости от него?

Так что мы знаем о вулканоидах, пусть и не сумели пока обнаружить их? Очевидно, это очень небольшие планетки, не превышающие в поперечнике полусотни километров. Более

крупные небесные тела, обращающиеся возле Солнца, непременно заметила бы солнечная обсерватория SOHO. Известно и расстояние, на котором их следует искать. Вероятно, пояс околосолнечных астероидов, если таковые есть, располагается в диапазоне 0,15—0,18 астрономических единиц от Солнца, то есть почти рядом с ним. Ожидается, что температура на их поверхности будет составлять от 700 до 900 кельвинов. Однако, несмотря на упорные поиски, внутри орбиты Меркурия до сих пор удавалось заметить лишь отдельные астероиды, которые, перемещаясь по очень вытянутым траекториям, на какое-то время подбирались к Солнцу ближе, чем эта планета. Туда, где их ждала встреча с вулканоидами? Или же нет?

Новые и старые загадки Меркурия

Меркурий, едва ли не самая загадочная из планет Солнечной системы, до недавнего времени оставался почти не исследованным. Ослепляющий свет Солнца, рядом с которым движется Меркурий, мешает наблюдать за ним в телескоп. Лишь в начале 2011 года межпланетный зонд «Мессенджер» стал первым в истории искусственным спутником этой планеты.

Вот лишь некоторые загадки, связанные с Меркурием.

На первый взгляд, этот каменный шар, похожий на Луну, выглядит невзрачным и безжизненным. У Меркурия практически отсутствует атмосфера – она более разрежена, чем вакуум, создаваемый в научных лабораториях, – и потому его поверхность не подвергается выветриванию, эрозионному процессу, непрестанно формирующему ландшафт.

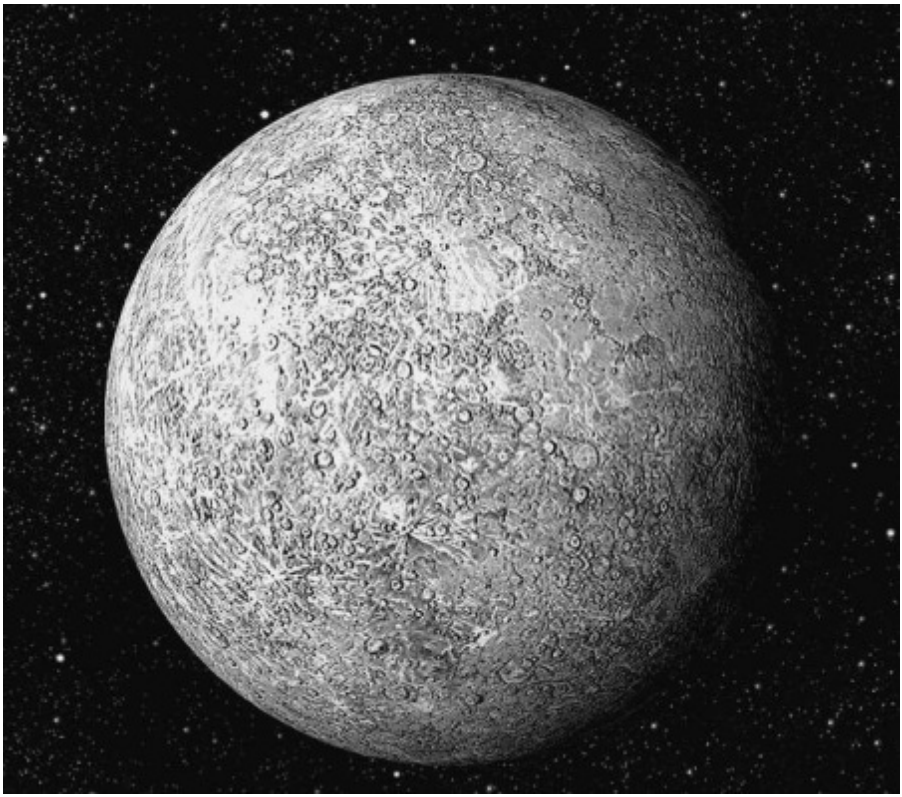
Вплоть до конца 2008 года – до того, как зонд «Мессенджер» сблизился с Меркурием, – около 60 % его поверхности оставалось «белым пятном» на астрономических картах. Ясно было только, что сформировалась она очень давно. Многочисленные кратеры свидетельствуют о бурном прошлом Меркурия. Некоторым из них – около 4 миллиардов лет.

Так есть ли геологические процессы, меняющие облик Меркурия в наши дни, если не считать падений метеоритов? С самого начала экспедиции «Мессенджера» были сделаны важные открытия. На фотографиях, полученных зондом, проступили не известные прежде детали.

Так, в районе северного полюса Меркурия были обнаружены слои лавы километровой толщины. Очевидно, вулканические процессы играли важную роль в истории этой планеты.

Особое внимание привлекли длинные, обрывистые склоны – эскарпы (уступы), тянувшиеся на сотни километров. Их высота порой достигала двух километров. Во впадинах, образовавшихся после падения крупных метеоритов, замечены многочисленные трещины. Например, на дне бассейна Калорис протяженностью 1550 километров – свыше двух сотен трещин.

На Земле подобные формы рельефа – сдвиги, сбросы – возникают, прежде всего, благодаря движению литосферных плит. А чем вызвано смещение целых участков коры Меркурия?



Меркурий, как каменный шар, похожий на Луну, выглядит невзрачным и безжизненным

Перебирая возможные ответы, ученые пришли к неожиданному решению. Очевидно, на протяжении последних 4 миллиардов лет Меркурий постепенно остывал и усыхал – и его поверхность растрескивалась. Радиус планеты уменьшился примерно на два километра, а общая площадь поверхности, потерянной за счет этой «усушки», составляет около 100 тысяч квадратных километров (по оценке геолога из Аризонского университета Роберта Строма). Из всех планет Солнечной системы подобный феномен наблюдается только на Меркурии.

Следующая загадка – химический состав. В принципе строение всех планет земного типа сходно. Все они состоят из плотного ядра, изобилующего железом и окруженного мантией из силикатов магния и железа. Кора этих планет содержит по большей части силикаты, чья температура плавления ниже, чем силикатов мантии.

Для планет земного типа, а также крупных спутников планет характерна линейная зависимость между радиусом и плотностью. Последний показатель позволяет оценить и химический состав планеты.

Однако Меркурий выбивается из этого ряда. Его радиус в два

с лишним раза меньше радиуса Земли, но плотность такая же, как у нашей планеты. В таком случае его ядро должно занимать почти три четверти объема. По размерам оно может сравниться с Луной. А вот толщина мантии Меркурия – всего около 600 километров. Для сравнения: мантия Земли толще почти в 4,5 раза (около 2800 километров).

Почему же строение Меркурия столь необычно? У астрономов имеются три основные гипотезы, объясняющие происхождение этой планеты. Очевидно, по итогам работы зонда «Мессенджер» ученым удастся выбрать одну из теорий, которая будут лучше всего соответствовать фактам.

Первая гипотеза такова. Около 4,5 миллиардов лет назад в той части протопланетного облака, что прилегала к Солнцу, возник мощный газовый поток. Он принес с собой ближе к Солнцу огромное количество металлических частиц. Поэтому Меркурий изначально содержал значительно больше металлов, чем другие планеты. Если эта версия верна, то кора Меркурия по своему составу не должна отличаться от коры других планет земного типа.

По второй гипотезе, из-за страшного пекла, которое царит на поверхности Меркурия, часть его коры испарилась. В таком случае она должна содержать значительно меньше таких легкоплавких элементов, как натрий и калий, нежели кора нашей планеты.

Третья гипотеза предполагает, что вскоре после возникновения Меркурия с ним столкнулась некая крупная планета, которая и срезала большую часть его коры и мантии. Если это и впрямь случилось, то его внешние слои будут бедны такими элементами, как алюминий и кальций.

Итак, узнав химический состав коры Меркурия, мы наверняка разгадаем и тайну его происхождения.

Вот и очередная загадка Меркурия: его магнитное поле. Когда в начале 1970-х годов американский космический зонд «Маринер-10» – единственный зонд, побывавший прежде у этой планеты, – приблизился к ней, его приборы, к удивлению ученых, зафиксировали у Меркурия магнитное поле, которое, пусть и было в сотню раз слабее земного, но все-таки, в отличие от Венеры и Марса, было. Чем это объясняется? Как оно возникло?

Магнитное поле Земли устроено по принципу динамо-машины. Жидкая внешняя оболочка земного ядра вращается вокруг его твердой части. За счет этого возбуждается электрический ток и создается магнитное поле. Возможно, подобным образом оно возникает и у Меркурия, ведь тот обладает металлическим ядром, состоящим, как и ядро Земли, в

основном из железа.

И это еще одна загадка Меркурия. Неужели его ядро до сих пор не отвердело? Ведь давление в недрах планеты не так велико, чтобы поддерживать там очень высокие температуры, при которых плавится даже железо. Так по какой причине ядро Меркурия все еще остается частично жидким? Очевидно, оно не может состоять из одного лишь железа. Специалисты полагают, что оно содержит также некоторое количество – несколько процентов – легкоплавких материалов, например, серу, которая и пребывает в жидком виде. Иными словами, магнитное поле Меркурия создается только за счет того, что его ядро содержит примеси. Поэтому и поле это значительно слабее магнитного поля Земли.

Пятая загадка Меркурия: полюса этой жаркой планеты. В 1991 году исследователи из Калифорнийского технологического института, изучая Меркурий методом радиолокации, обратили внимание на необычные отраженные сигналы, приходящие со стороны нескольких глубоких кратеров в районе его северного полюса. Они очень напоминали сигналы, отраженные от полярных шапок Марса. Неужели дно этих кратеров покрыто льдом?

Ничего фантастичного в этой гипотезе нет. Ось вращения Меркурия почти перпендикулярна плоскости его орбиты, а потому Солнце близ его полюсов невысоко поднимается над горизонтом. Его лучи не могут заглянуть на дно самых глубоких кратеров, а значит, там царят вечный холод и мрак. Там и может скопиться водяной лед, перемешанный с пылью. Очевидно, он остался здесь после падения комет.

Есть, впрочем, и другое объяснение. Там, на дне кратеров, лежат залежи серы, принесенной сюда метеоритами или улетучившейся из недр планеты. Какая из двух гипотез верна? Начиная с 2011 года, поисками водяного льда, то бишь воды, также занимается «Мессенджер».

Возможно, ответы на некоторые новые и старые загадки Меркурия мы получим уже в ближайшие годы, когда будут обработаны результаты работы уникальной экспедиции.

Почему на Венере так жарко?

По вечерам Венеру легко отыскать на небосводе: она сверкает ослепительно-белой точкой. Лишь Солнце и Луна ярче ее. Увидеть Венеру легко, но наблюдать за ней трудно. Она окутана пеленой облаков, отражающих солнечный свет. Вот почему долгое время можно было лишь гадать, что скрывается за этой завесой.

На протяжении столетий ученые лелеяли мысль о том, что Венера является настоящей «сестрой» Земли: ее атмосфера содержит большое количество кислорода и азота; здесь простираются океаны, омывающие континенты, на которых зеленеет пышная тропическая растительность. Земля и Венера казались двумя голубыми планетами, двумя зелеными планетами, двумя живыми планетами, дружно кружившими возле Солнца.

В 1686 году в своей книге «Беседы о множественности миров» французский писатель и ученый-популяризатор Бернар ле Бовье де Фонтенель рассказывал про обитателей соседней планеты следующее: «Я могу описать здесь, каковы жители Венеры: они выглядят, подобно маврам из Гранады, маленькие, чернявые люди, обожженные солнцем, исполненные пыла и остроумия, вечно влюбленные, сочиняющие стихи, одержимые музыкой и устраивающие изо дня в день праздники, балы и турниры». Подобная картина, изображавшая «загадочных дикарей» с соседней планеты, была, пожалуй, довольно смелой, но отнюдь не наивной. Еще сто лет назад, в году 1900, появлялись рисунки и гравюры, на которых были запечатлены пейзажи Венеры: тропические леса и болота, причудливые доисторические ландшафты, оживляемые давно вымершими на Земле животными, например гигантскими стрекозами.

Прекрасный мир мечты превратился теперь, после полетов межпланетных зондов, побывавших на Венере, в раскаленную пустыню, оживляемую лишь легким ветерком. Похоже, в Солнечной системе нет более непригодной для жизни каменистой планеты, чем Венера. Даже в ледяных далях на периферии нашей планетной системы жизнь могла бы найти хоть какое-то спасительное прибежище на спутниках планет-гигантов. Здесь ей нет места. «Адская планета»! Что же произошло с этим загадочным миром, которым взялась править богиня любви и красоты?

Панорамное изображение поверхности Венеры, сделанное советской межпланетной станцией «Венера-14» в 1982 г.

Когда-то Венера и впрямь изобиловала водой, хотя общее ее количество, по различным оценкам, было заметно меньше, чем в Мировом океане нашей планеты. Со временем здесь стало слишком жарко для того, чтобы вода могла существовать в жидком виде. Концентрация водяных паров в атмосфере планеты непрестанно росла. Океаны испарились, а содержавшийся в них углекислый газ, как и водяной пар, укрыл планету плотным пологом. Венера превратилась в парник. В конце концов температура достигла такой величины, что в атмосферу начал выделяться углекислый газ, который содержался в связанном виде в горных породах, что привело к дальнейшему повышению температуры. Все это продолжалось до тех пор, пока атмосфера не насытилась до предела углекислым газом. Так из-за парникового эффекта, как полагают многие исследователи, эта планета превратилась в пустыню.

Теперь атмосфера Венеры состоит главным образом из углекислого газа и небольшого количества азота (3,5 %). Ее масса примерно в 90 раз превышает массу воздушной оболочки Земли и всего лишь в три раза уступает массе Мирового океана нашей планеты. Давление на поверхности Венеры примерно такое же, как в Мировом океане на глубине 910 метров, ведь плотность нижних слоев атмосферы в 50 раз выше, чем на Земле.

Итак, с геологической точки зрения, Венера мало чем отличается от планет земного типа. Она почти не уступает по размерам Земле (ее масса составляет примерно 80 % от массы нашей планеты). По своему минералогическому составу она тоже очень схожа с Землей. Почему же так разительно отличается состав воздушной оболочки Венеры от атмосферы Земли? Почему эта планета превратилась в громадную, нет, не теплицу, скорее

даже «душегубку», где поддерживается средняя температура 460 ˚С? Только ли парниковый эффект тому виной?

Целый ряд астрономов, например, Фред Тейлор из Оксфордского университета, уверены в том, что главной причиной, которая раз и навсегда изменила климат Венеры, стала вулканическая активность этой планеты. Именно регулярные выбросы вулканического пепла затягивали поверхность планеты пеленой и не давали ей охладиться. По мнению Тейлора, если бы вулканическая деятельность на Венере прекратилась, то в течение миллиарда лет планета бы остыла примерно до той же температуры, что и Земля.

Справедливо и обратное. Обнародованные несколько лет назад результаты исследований Венеры европейским зондом «Венера-Экспресс» навевают неутешительные мысли. Для Земли не исключена та же модель развития, что превратила Венеру в безжизненный мирок, ведь общее количество парниковых газов, содержащихся на нашей планете в связанном состоянии, примерно такое же, как и в атмосфере Венеры. Если глобальное потепление на Земле будет продолжаться теми же темпами еще несколько столетий, то может начаться спонтанный процесс выброса углекислоты и метана в атмосферу, считает, например, российский ученый А.В. Карнаухов.

В модели, предложенной им, результатом этого станет необратимое изменение климата Земли и повышение средней температуры на планете до 100–150 градусов и более, причем в относительно недалеком будущем, через 200–300 лет. Это сделает невозможным существование жизни на нашей планете (по крайней мере, в ее нынешней форме).

Условия, царящие на поверхности Венеры, напоминают, повторюсь, ад. И все-таки даже здесь, возможно, есть биологические ниши, где могла укрыться жизнь, возникшая еще в те времена, когда поверхность Венеры покрывали океаны. Например, микроорганизмы могли спрятаться в недрах планеты, ведь и у нас, на Земле, на километровой глубине обитает множество микробов. Спасительным прибежищем для них стали бы и верхние слои атмосферы. Ведь всего в 50 километрах от поверхности планеты сложились вполне сносные условия для микроорганизмов: там не так жарко, температура порядка 70 ˚С вполне терпима для многих бактерий; кроме того, величина атмосферного давления там не слишком высока, и даже есть вода в виде капель, парящих в облаках.

Как подчеркивает работающий в Техасском университете астроном Дирк Шульце-Макух, «с астробиологической точки зрения, Венера вовсе не представляет собой безнадежный

случай». Просто не нужно ограничиваться поисками жизни лишь на поверхности планеты. Подобные заявления кажутся смелой фантазией, но, может быть, колонии бактерий все же будут найдены в венерианских облаках?

Смущает то, что кислотность этих облаков чрезвычайно высока, ведь они содержат капельки серной кислоты. На Земле очень мало примеров, когда микроорганизмы могут выжить при водородном показателе pH = 0, да и в известных нам случаях (например, Ferroplasma acidarmanus) эти земные микробы не уцелели бы на Венере. Однако Шульце-Макух замечает, что древние океаны Венеры были вовсе не такими кислыми. Постепенно водородный показатель стал снижаться, но это происходило так медленно, что у бактерий была возможность приспособиться к меняющимся условиям обитания.

Окончательный ответ на этот вопрос должна дать экспедиция по поиску живых организмов в облачной толще Венеры. Земные мифы непрестанно твердят нам, что всякий ад непременно бывает кем-нибудь да населен. Возможно, что и Венера – не исключение. Ведь любой ад – это просто образ жизни. Или, как сказал философ, ад – это другие.

Тайна вулканического ада Венеры

Еще пару десятилетий назад астрономы с удивлением обратили внимание на то, как молода поверхность Венеры. Дело в том, что во время экспедиции американского зонда «Магеллан», который в 1990–1994 годах составил карту планеты, здесь было обнаружено гораздо меньше кратеров, чем обычно встречается на планетах земного типа, подвергшихся в ранний период своей истории ожесточенной метеоритной бомбардировке. На Венере известно всего около 1000 метеоритных кратеров. Они почти равномерно распределены по всей планете. Нет ни одной области, где наблюдалось бы скопление кратеров, что указывало бы на ее древний возраст.

Исследователям оставалось лишь предположить, что на Венере время от времени наблюдаются какие-то бурные геологические процессы, которые полностью сглаживают ее поверхность. Тот же зонд «Магеллан» отыскал на этой планете более 50 тысяч вулканов. Это – и небольшие вулканические конусы диаметром всего несколько километров, и громадные щитовые вулканы, такие, как Идунн-Монс, расположенный в южном полушарии Венеры. Его высота, впрочем, не так уж велика – около 2500 метров, – зато в поперечнике он достигает двухсот километров. Не вулкан, а просто настоящая «царь-пушка», которая когда-то выстреливала целыми морями лавы. Всего на Венере насчитывается не менее 167 вулканов, основание которых достигает в диаметре 100 и более километров. Самый высокий вулкан – Маат-Монс высотой более 8 километров – располагается прямо на экваторе.

Одна из главных загадок Венеры заключается в следующем. Планета усеяна вулканами, но их активность, похоже, давно прекратилась. Или же нет? Венера ведь мало изучена. Возможно, извержения вулканов происходят здесь и в наше время, – только нам еще ни разу не довелось воочию видеть хотя бы одно. Правда, и у нас на Земле такие события наблюдаются не каждый месяц и даже не каждый год. Во всяком случае, весной 2008 года европейский зонд «Венера-Экспресс» обнаружил в атмосфере Венеры, на высоте 70–90 километров, большое количество диоксида серы – сернистого газа. Это ли не признак вулканизма?

Топографическая карта Венеры, созданная на основе данных, полученных с американского космического зонда «Магеллан» в 1990–1994 гг.

И, может быть, именно из-за вулканов поверхность Венеры так омолодилась? Планета словно искупалась в «кипящем молоке» лавы. Пытаясь представить себе, как это произошло, астрономы выдвинули две принципиально разные гипотезы. Одна – катастрофическая. Примерно 500 миллионов лет назад Венера пережила грандиозный катаклизм. К этому времени в недрах планеты, близ ее поверхности, скопилось громадное количество тепла, выделявшегося при распаде радиоактивных элементов – урана, тория, калия-40. Большая часть мантии расплавилась, а затем разогрелась и расплавилась кора планеты. Вся она превратилась в огненное море, в котором исчезли всякие следы прежнего рельефа. Высота слоев лавы достигала 1–3 километров. Когда около 300 миллионов лет назад планета наконец остыла, ее поверхность представляла собой однообразную каменистую гладь. Катастрофа полностью стерла все прошлое Венеры. С этого времени вулканы умолкли навсегда. Или нет? Может быть, через

каждые несколько сотен миллионов лет Венера погружается в этот пылающий ад?

Вторая гипотеза предполагала постоянную активность здешних вулканов. Вновь и вновь на Венере происходят вулканические извержения. Изливающаяся лава затопляет окрестности, стирая возникшие когда-то кратеры и впадины.

Сведения, собранные в последние годы зондом «Венера-Экспресс», говорят в пользу второй гипотезы. В конце 2000-х годов группа астрономов НАСА во главе со Сьюзен Смрекар, обработав результаты наблюдений зонда, убедилась, что вулканические извержения происходили на Венере не только в далеком прошлом, но и, возможно, совсем недавно.

Внимание ученых привлекли, прежде всего, три так называемые «горячие точки», «Hot Spots», расположенные в южном полушарии Венеры: Имдр, Фемида и Диона (всего, по данным на 2010 год, на Венере известно 9 таких «точек»). Они представляют собой округлые области, составляющие от 1400 до 2700 километров в поперечнике. Это своего рода небольшие плато, которые вздымаются над окружающей местностью на высоту от 500 до 1600 метров.

Речь идет об участках, где раскаленные породы мантии залегают слишком близко к поверхности планеты. Это приводит к регулярным вулканическим извержениям, которые, судя по анализу лавовых потоков, происходили от 2,5 миллионов до 250 тысяч лет назад. Совсем недавно по космическим меркам! Астрономы нашли даже следы извержений, состоявшихся всего несколько столетий назад. Вот какие факты заставили их сделать этот вывод.

Используя результаты измерений, проведенных зондом «Венера-Экспресс», группа Сьюзен Смрекар убедилась в том, что застывшие лавовые потоки в окрестности «горячих точек» излучают примерно на 12 % больше тепла, нежели другие участки поверхности Венеры. Интенсивное излучение тепла связано с тем, что отвердевшие потоки лавы пока еще не подверглись столь же сильному выветриванию, как остальные области планеты. Лабораторные исследования показали, что при высокой температуре и громадном давлении в атмосфере, состоящей из углекислого газа, такие железосодержащие минералы, как пироксены и пирит, превращаются в гематит и кварц, которые выделяют гораздо меньше тепла, чем исходные материалы. Итак, те области Венеры, которые особенно интенсивно излучают тепло, очень молоды с геологической точки зрения. Еще сравнительно недавно здесь происходили вулканические извержения, и породы, выброшенные на

поверхность планеты, пока не превратились во вторичные минералы (скорость подобной метаморфозы на Венере оценивается в несколько микрометров в год).

Очевидно, поверхность Венеры постоянно «омолаживается», покрываясь все новыми и новыми слоями лавы, изливающейся из недр планеты. Облик современной Венеры – это вовсе не результат одной-единственной катастрофы, превратившей планету в пылающий ад.

А можем ли мы узнать, как выглядела Венера в далеком прошлом? Похоже, миллиарды лет назад она и впрямь напоминала нашу планету. Громадные континенты, океаны и моря, действующие вулканы… Это доказывают инфракрасные снимки, сделанные тем же зондом «Венера-Экспресс».

Обширные плато, обнаруженные на Венере, например, Земля Иштар (по размерам она сравнима с Австралией), – это остатки континентов, омывавшихся когда-то океанами. Судя по результатам спектрального анализа, проведенного зондом, на Венере – например, на плато Альфа-Регио – имеются скалы из гранита. Этот материал образуется при медленном застывании лавовых (базальтовых) потоков, унесенных в глубь планеты в результате тектонических процессов и там вступивших в химическую реакцию с водой. Если на Венере действительно есть гранитные породы, это может служить косвенным доказательством того, что в далеком прошлом там, как и на Земле, тоже наблюдалось движение литосферных плит, полагает астроном Нильс Мюллер из Мюнстерского университета. Неужели это так?

Венера и Земля сходны по своим размерам. Однако процессы, протекающие в коре обеих планет, разительно отличаются. Облик земной поверхности определяет тектоника плит. Вновь и вновь на Земле происходят землетрясения, исподволь движутся континенты, вздымаются молодые горы. Поверхность Венеры, наоборот, поразительно неподвижна. Так, может быть, все было когда-то иначе? И если эта догадка верна, то почему движение плит на Венере прекратилось?

Моря принесены на Землю из космоса?

Молодая Земля, как и впоследствии Венера, была планетой поистине адской. Всю ее поверхность покрывал океан раскаленной магмы, в котором лишь кое-где, словно айсберги, вздымались отдельные острова, объятые со всех сторон текучим огнем. Постепенно жар остывал, и они соединялись друг с другом, образуя подобие материков.

Своим обличьем безжизненная Земля напоминала теперь Луну: это была темная каменистая пустыня, сложенная из базальтовых пород. Многочисленные кратеры, оставшиеся после падения астероидов и комет, усеивали ее просторы, как испещряют они сейчас и лунный лик.

Поток времени, разглаживая и меняя лицо Земли, не сохранил почти никаких свидетельств о той эпохе. Всё стерла эрозия, а литосферные плиты, погружаясь в земные недра в зонах субдукции, унесли с собой и эту «пыль веков». Раннее детство Земли забыто ею, как забываем и мы первые месяцы младенческой жизни.

Большинство астрономов уверены в том, что воду на Землю принесли кометы

Когда наконец температура на Земле опустилась ниже точки кипения, с неба полились первые дожди. Ведь планета была окружена воздушной оболочкой, содержавшей в том числе водяной пар, который теперь конденсировался. Этот сезон дождей длился тысячелетиями. По неглубоким разломам коры побежали реки, они впадали в кратеры, оставленные метеоритами. Уровень воды в этих озерах повышался; они соединялись друг с другом, образуя моря.

Вполне правдоподобный сценарий, но некоторые вопросы остаются. И главный вопрос звучит так: откуда взялась вся эта вода? Что наполнило до краев эти «хляби небесные», которые разверзлись, едва планета стала пригодной для выживания здесь простейших организмов?

Сегодня масса всей воды на нашей планете составляет примерно 0,05 % массы Земли. На первый взгляд, это может показаться пустяком, но речь идет о громадных цифрах. На Земле скопилось больше воды, чем на любой другой планете Солнечной системы. Реки и моря, водяные пары и Мировой океан, а еще неимоверные запасы грунтовых вод. Так, по оценке исследователей из Токийского университета, в одной только мантии Земли в далеком прошлом содержалось в 50 раз больше воды, чем во всех современных морях, вместе взятых. Так откуда эта вода?

Наша Земля образовалась в той части протопланетного облака, где царила неимоверная жара. Поэтому планетезимали, те части «конструктора», из которых складывалась Земля, – а именно глыбы километровой величины, сраставшиеся друг с другом, – не содержали воду. Вся она была доставлена на планету впоследствии, когда ее поверхность значительно остыла. Долгое время считалось, что воду на Землю принесли кометы, регулярно падавшие на ее поверхность в ранний период земной истории. Но астероиды еще чаще, чем кометы, обрушивались на Землю. А что они несли с собой?

Между орбитами Марса и Юпитера пролегает обширный пояс астероидов, возникший еще в ту пору, когда шло формирование планет. Именно отсюда и прилетали те астероиды, что, не удержавшись на каком-нибудь вираже, падали затем на Марс, Венеру или Землю. Их и сейчас там мерено-немерено – от скромных каменных глыб до миниатюрных планет.

Летом 2010 года сразу две группы исследователей сообщили на страницах журнала «Nature» о том, что на поверхности малой планеты впервые удалось обнаружить тонкий слой водяного льда.

Обе группы вели наблюдение за астероидом Фемида, достигающим в поперечнике почти 200 километров. Это одно из самых крупных небесных тел в упомянутом поясе астероидов. Спектральный анализ света, отраженного от его поверхности, и показал наличие на Фемиде льда.

Эксперимент, проведенный в лаборатории, подтвердил, что именно такие линии спектра дают крупицы минералов, покрытые слоем льда толщиной не более 0,0001 миллиметра. Это открытие стало неожиданностью, ведь оно показало, что водяной лед, очевидно, широко распространен на астероидах.

Ранее другие группы астрономов уже находили на астероидах минералы, которые могли сформироваться лишь в присутствии воды. Впрочем, принято было считать, что вода здесь давно исчезла – улетучилась в космическое пространство. Почему же лед на Фемиде сохраняется миллиарды лет?

Авторы статей в «Nature» предположили, что всего в нескольких метрах от поверхности астероида залегают слои грунта, изобилующие льдом. Они и подпитывают наледь, сковавшую планету. Эта ледяная корка понемногу испаряется, но из грунта постоянно поднимаются водяные пары, которые, достигая поверхности Фемиды, вновь превращаются в лед.

Расчеты, которые проделал австрийский астроном Норберт Шёргхофер, подтвердили, что водяной лед может пролежать в грунте, на небольшой глубине, очень долго, если будет укрыт метровой толщей пыли, надежно защищающей его.

Впрочем, большинство астрономов по-прежнему уверены в том, что воду на Землю принесли кометы. Так, по расчетам Фрэнсиса Альбареде из Лионского университета, опубликованным на страницах «Nature», вода появилась довольно поздно – примерно через 100 миллионов лет после возникновения нашей планеты, когда многочисленные кометы стали снова и снова врезаться в Землю.

Однако Альбареде и его коллеги игнорируют один странный факт, выявившийся после того, как межпланетные зонды взяли образцы водяного льда с поверхности комет. По своему химическому составу этот лед отличался ото льда (и, значит, воды) на нашей планете. Формула воды – пресловутая «аш-два-о» – известна всем со школьной скамьи. Многие, правда, не знают, что вода содержит также небольшое количество тяжелого водорода, то бишь изотопа водорода, иногда замещающего обычный водород в молекулах воды. Соотношение между тяжелым и обычным водородом – весьма характерный показатель. Как выяснилось, в водяном льде комет он примерно в два раза выше, чем у нас на Земле. Очевидно, воду на Землю приносили не

только кометы.

Некоторые ученые идут еще дальше, заявляя, что вода на Земле была с самого начала. Все дело в том, что наша планета строилась из разных материалов. Поначалу – из планетезималей. Почти на 80 % Земля сложена именно из этих глыб. Когда же ее масса разрослась и сила притяжения стала очень велика, планета начала удерживать и попадавшие на ее поверхность – после падения астероидов и комет – летучие вещества, в том числе воду. Тогдашние астероиды были очень крупны – не чета нынешним Фемидам. Некоторые из них не уступали по размерам Луне, а то и Марсу. Потребовалось, очевидно, не так много столкновений с этими протопланетами, чтобы Земля запаслась живительной влагой на миллиарды лет вперед.

Любопытна и компьютерная модель, которую создал астроном Алессандро Морбиделли из Обсерватории Лазурного берега в Ницце. Согласно его выводу, «большую часть запасов воды наша планета получила после падения на нее нескольких протопланет, образовавшихся во внешней части пояса астероидов». Эти протопланеты упали на Землю, когда процесс ее формирования был уже почти завершен. По мнению Морбиделли, самое большее, лишь 10 % воды принесено на Землю кометами; все остальное – малыми планетами, столкнувшимися с ней.

Исследования астероидов и комет продолжаются. Так, в середине этого десятилетия американский зонд «Dawn» («Рассвет»), стартовавший в 2007 году, должен достичь Цереры. Это – самый крупный из астероидов, может быть, последняя уцелевшая протопланета (диаметр Цереры составляет 1003 километра). Возможно, исследовав ее, астрономы сумеют ответить на вопрос, действительно ли воду на нашу планету принесли астероиды. Ждать осталось недолго. Забытые младенческие тайны Земли, может быть, скоро вспомнятся.

Жизнь принесена на Землю из космоса?

В истории появления жизни на Земле поразительно много неясного. Сотни миллионов лет планета была непригодна для всего живого. Ее поверхность бурлила, как адское месиво. В это пекло с устрашающей регулярностью устремлялись метеориты. Но вот около 3,8 миллиарда лет назад наступило затишье. Планета остыла, покрылась твердой корой. И тут же, по прошествии нескольких миллионов лет, на Земле объявились первые микроорганизмы.

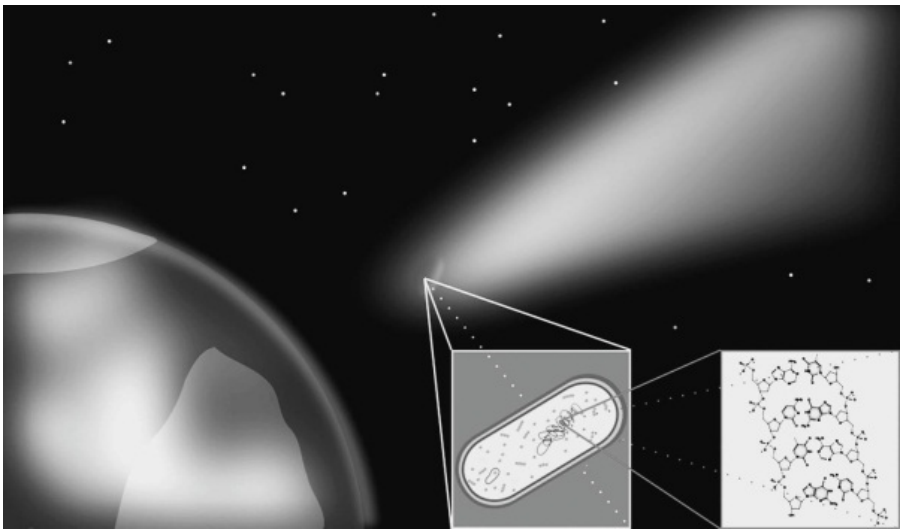
Древнейшие следы жизни обнаружены в толще отложений возрастом именно 3,8 миллиарда лет в Гренландии. Здесь отмечено определенное соотношение изотопов углерода, которое может быть вызвано биологическими причинами. Как же биомолекулы формировались под ударами метеоритов и комет? Поистине их сборка проходила в каком-то спринтерском темпе, словно это были не уникальные в своей сложности существа, а стандартные автомобили на заводе Форда. Почему Природа действовала с такой скоростью и в то же время с ювелирной точностью, собирая основы жизни из отдельных молекул, свивая их в генетический код?

А может быть, все было иначе? И мириады простейших живых существ витали вокруг планеты, а когда наступило счастливое затишье, этот рой сразу опустился в ту бесплодную пустыню, что занимала здесь все, что было под небом? И расселился, и принес обильное потомство. Что если в самом деле жизнь зародилась на другой планете, а то уж и в иной звездной системе, а оттуда – то ли в облаках пыли, то ли во взрывах метеоритов, то ли в курящихся шлейфах комет – была принесена на мертвую твердь Земли, ее пробудила?

В 1895 году шведский химик, впоследствии лауреат Нобелевской премии, Сванте Август Аррениус предположил, что споры микроорганизмов, разлетаясь с обжитой планеты, колонизуют отдаленные небесные тела (споры – это защищенные плотными оболочками клетки микроорганизмов, в которых на какое-то время приостановились процессы обмена веществ). Он теоретически обосновал принцип панспермии – переноса жизни от одного небесного тела к другому. Этому была посвящена его книга «Образование миров». Итак, космос наполнен жизнью? В то время эта идея казалась фантастичной.

Лишь в 1970-е годы, с развитием космонавтики, вновь

пробудился интерес к этой гипотезе. Особое внимание к ней привлекли страстные выступления британского астронома Фреда Хойла и его ученика, Чандра Викрамасинга. Вот что они полагали.



Шведский химик Аррениус теоретически обосновал принцип панспермии – переноса жизни от одного небесного тела к другому

В космосе снуют мириады спор бактерий. Одни притаились в ядрах комет, другие набились в расселины метеоритов, третьи пересекают космический океан без «транспортных средств» – плывут по нему, не защищенные ничем, кроме пыли. Плывут и выживают. Когда же споры попадают в благоприятную среду, они стремительно размножаются, превращая пустыню в цветущий сад. С этого и началась история жизни на Земле.

Свою гипотезу Хойл и Викрамасинг обосновали результатами спектрального анализа космической пыли. Ее инфракрасные спектры «очень похожи на спектры органического вещества, в частности – сухих бактерий», отмечает российский астроном В.Г. Сурдин. По оценке Викрамасинга, в одном только Млечном Пути курсируют 1033 тонн спор микроорганизмов. Поистине, в космосе движется эскадрилья астрономических размеров, сбрасывая свой десант на каждый притаившийся на пути клочок тверди. Запечатанные в капсулы спор, эти примитивные организмы могут путешествовать по звездным мирам миллионы лет. Как тут не вспомнить семена озимых растений, что падают в землю в канун жестокой зимы, чтобы, проспав среди холода, в этом царстве смерти, вновь пробудиться весной! Вот так и для космических «семян жизни» встреченная планета становится чем-то вроде

календарного прихода весны. Попав в пригодные условия, они немедленно дают пышные, многочисленные всходы.

«Эти работы принесли Хойлу и Викрамасингу, – пишет В.Г. Сурдин, – скандальную популярность. Идею панспермии отвергали и астрофизики, и биологи. За нее уцепились теологи. Но Хойл и Викрамасинг спокойно развивали свои взгляды».

Особую роль они отводили кометам. «Кометы – это идеальные инкубаторы жизни. Там имеются все необходимые для ее развития элементы: глина, органические молекулы и вода. Чем выше суммарная масса комет и чем больше времени имелось в их распоряжении, тем вероятнее, что жизнь зародилась в космосе, а не на Земле, – полагает Чандра Викрамасинг, полемично заявляя: «Можно и дальше верить в то, что жизнь на Земле зародилась сама собой, в “первородном бульоне”, но экспериментальных данных, доказывающих это, пока не получено».

Но даже правота данной гипотезы, будь это так, не отменяет все того же вопроса, только сформулированного иначе. Откуда взялись полчища микробов, штурмующие Землю с небес? Где они зародились? «Если бы я знал это, был бы Богом», – привычно шутит Викрамасинг. Ответом остается молчание.

Итак, приверженцы гипотезы панспермии, как правило, избегают объяснять, как появилась жизнь, а рассуждают о том, как та переносится из одной части галактики в другую. Некоторые даже отказываются признавать сам факт ее зарождения. Вслед за Фредом Хойлом они считают, что жизнь – наряду с пространством и временем, – может быть, является неотъемлемым свойством мироздания.

Менее спорно представление о том, что жизнь зародилась в одном из уголков космоса и оттуда распространилась по Вселенной, в том числе около 4 миллиардов лет назад достигла Земли. Подобный взгляд не противоречит общепринятым на сегодня космологическим учениям. Итак, космос – это «великая дорога Жизни», главный транспортный путь, по которому планеты снабжаются основными ее компонентами?

«Теория панспермии куда более правдоподобна, чем предположение о том, что жизнь вновь и вновь зарождается в различных областях космоса, – говорит Викрамасинг. – Да, для микробов вероятность выжить в космическом пространстве довольно мала. Но все равно она гораздо выше, чем шансы на то, что жизнь появится сама собой. Однажды возникнув, жизнь выказывает такую удивительную способность, что практически может считаться бессмертной».

Впрочем, есть и те, для кого эти «еретические» мысли недостаточно радикальны. Так, американские исследователи

Кристофер Роуз и Грегори Райт со страниц журнала «Nature» аргументированно заявили, что кометы могли бы использоваться в качестве почтового транспорта, доставляющего послания от одной планетной системы к другой.

Это напоминает гипотезу «направленной панспермии», которую выдвинул в 1973 году не кто иной, как нобелевский лауреат, первооткрыватель ДНК Фрэнсис Крик (его соавтором в этом случае был биохимик Лесли Ортел). Крик предположил, что «семена жизни» оказались в космосе отнюдь не случайно. Их распыляет какая-то внеземная цивилизация, достигшая высокого уровня развития. Ведь это – самый дешевый и эффективный способ «импортировать» жизнь на те небесные тела, где есть условия для ее зарождения. Впоследствии – через миллиарды лет – эта цивилизация могла бы колонизовать планеты, преображенные бактериями и их возможными потомками. В таком случае Земля – это… космический заповедник, который лишь присмотрели для себя «носители внеземного разума», «хозяева НЛО».

Однако авторы этой идеи опять уходят от вопроса: «Как зародилась жизнь?» Откуда взялась цивилизация, пачками пачек швыряющая микробы в космос? Где она возникла? В холоде или тепле? В воздухе или воде?

Так жизнь принесена на Землю из космоса?

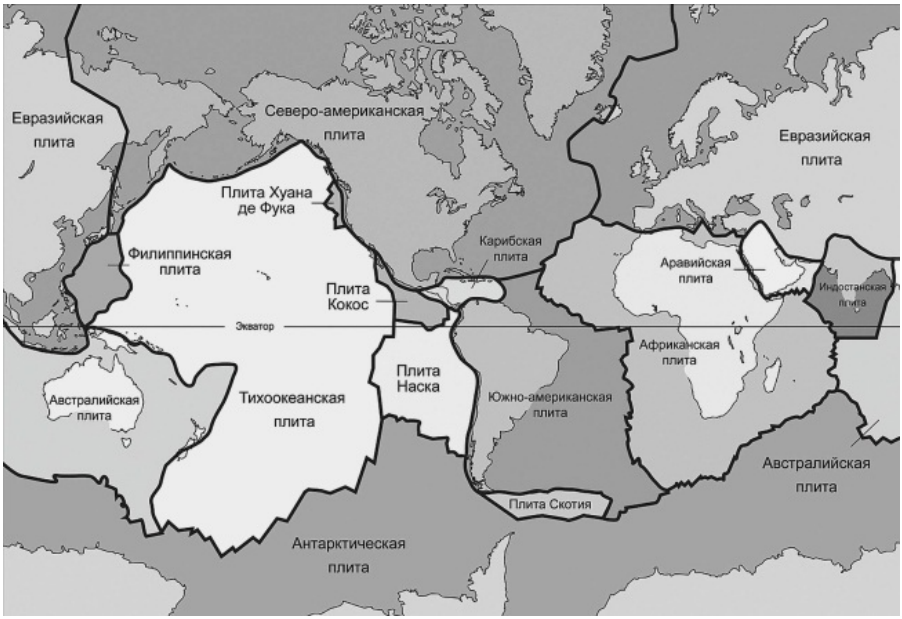
Почему пришли в движение литосферные плиты?

«Все течет, все меняется», – сказал древнегреческий философ Гераклит. Его слова можно отнести и к нашей планете – к тверди земной. Со временем – за сотни миллионов лет! – облик Земли разительно обновляется. Ведь ее каменная оболочка не представляет собой единого целого. Она состоит из семи крупных и нескольких небольших литосферных плит. Литосфера – это в буквальном смысле слова «каменная оболочка» Земли. Она объединяет земную кору и верхнюю часть мантии. Ее толщина достигает 150–300 километров под континентами и от нескольких километров до 90 километров – под океанами.

Литосфера плавает на астеносфере, то есть «ослабленной оболочке» разогретых и сравнительно пластичных горных пород. Литосферные плиты дрейфуют по вязкой астеносфере, словно айсберги – по ледяному морю. Все эти фрагменты земной оболочки очень медленно, но непрерывно движутся в разных направлениях, перенося с собой целые континенты, которые на протяжении сотен миллионов лет то сливаются воедино, то снова распадаются.

За последние полмиллиарда лет по меньшей мере трижды перемещения литосферных плит приводили к образованию громадного суперконтинента, который впоследствии раскалывался на части, и отдельные материки вновь «разбегались» в стороны. По оценкам геологов, пройдет еще примерно четверть миллиона лет, и на Земле вновь образуется суперконтинент.

Кажется, что бег литосферных плит – это естественное свойство таких небесных тел, как Земля. На самом деле – это ее уникальная особенность. Земля – единственная планета Солнечной системы, чья каменная оболочка состоит из отдельных плит, которые пребывают в движении. Оно началось, когда раскаленная изначально Земля остыла. Что же заставило плиты стронуться с места? Геологи спорят об этом десятилетиями. В последнее время в их дискуссию вмешались и астрономы, которые принялись искать подоплеку происходящего за пределами нашего земного мирка.



Карта литосферных плит

В 2008 году Викки Хансен из Миннесотского университета, известная своими исследованиями Венеры, опубликовала на страницах авторитетного журнала «Geology» свою неожиданную гипотезу, которая убедительно объясняет подоплеку движения литосферных плит. Для этого ей пришлось обратиться к силам небесным, кои время от времени вмешиваются в события, происходящие на Земле. По мнению Хансен, все началось с падения громадного метеорита, который всколыхнул земную кору так сильно, что та не может успокоиться и по сей день.

Движение литосферных плит продолжается потому, что земная кора теперь не однородна. На континентах она сложена в основном из осадочных пород и гранитов. Их плотность гораздо ниже, чем плотность базальтовых пород, составляющих океаническую кору. В зонах субдукции, где одна литосферная плита подныривает под другую, базальтовые породы за счет своего высокого удельного веса погружаются в глубь мантии Земли, в то время как в зонах спрединга – также на дне океанов – земная кора разрастается. Здесь образуются все новые участки океанической коры. Таким образом, горные породы, составляющие земную кору, постоянно пребывают в движении. Как иронично замечает Хансен, «субдукция словно вирус; однажды начавшись, она неудержимо распространяется».

Геофизики давно полагали, что движение литосферных плит началось в архее. Это одна из древнейших эпох в геологической истории нашей планеты. Ее сроки традиционно ограничиваются следующими временными рамками: 3,8–2,5 миллиарда лет назад.

Не ясно было только, что запустило этот планетарный механизм. Ведь в более раннюю эпоху вся поверхность Земли была покрыта однородной гранитной корой, которая оставалась неподвижной.

По гипотезе Хансен, вследствие падения метеорита один из участков земной коры – тонкий участок, ослабленный мощными конвекционными (тепловыми) потоками, – был пробит насквозь, и в этот обширный разлом хлынул расплавленный материал мантии. Застыв, он образовал над разломом мощный горный хребет, а по обе стороны от вознесшихся скал из того же застывшего материала мантии сформировались первые литосферные плиты. Они отодвинули земную кору в сторону, к краям кратера, достигавшего не менее тысячи километров в поперечнике. Там она заметно уплотнилась и стала погружаться под не затронутые этим ударом края земной коры. Так начался процесс субдукции.

Как считает Хансен, после этого удара вдоль участков коры, ослабленных конвекционными потоками, протянулись трещины. По-видимому, они соединились с другими кратерами, возникшими после падений метеоритов. Эти трещины и обозначили границы будущих литосферных плит. Сеть трещин охватила весь земной шар…

Так был запущен в работу «вечный двигатель» глобальной тектоники. Однажды начатое движение плит уже не прекращалось. Однако даже этот планетарный механизм не может работать бесконечно, как идеальный «перпетуум мобиле». Когда-нибудь «смазка» закончится, истает. В нашем случае «смазкой» служит вода, пропитывающая горные породы. Она испарится, когда средняя температура на планете превысит 60–70 градусов Цельсия. Предположительно, это произойдет через 1,6 миллиарда лет, когда солнце будет светить на 15 процентов ярче, чем теперь. Со времени на Земле испарятся даже океаны, и всякая жизнь исчезнет.

Значит, движение литосферных плит в отдаленном будущем затихнет? Земная кора застынет, как это случилось на Марсе? Вот тогда на нашей планете перестанут расти горы, и постепенно – за счет процессов эрозии – земной рельеф сгладится. Прекратятся извержения вулканов, не будет больше землетрясений.

К слову, движение литосферных плит на Земле уже на какой-то период, возможно, приостанавливалось. Например, как показывают расчеты, в ту пору, когда существовал суперконтинент Родиния (1,6–1,1 миллиарда лет назад), процессы субдукции поутихли примерно на 100 миллионов лет. Земная кора остыла, ее толщина все увеличивалась. Литосферные плиты снова пришли в движение, только когда суперконтинент

разломился под собственной тяжестью.

Однако даже эта катастрофа была довольно безобидной по сравнению с падением того громадного метеорита, который привел в движение литосферные плиты. Это событие стало важнейшей вехой в геологической истории нашей планеты. Многие ученые полагают, что благодаря движению литосферных плит на Земле образовались океаны, появились месторождения полезных ископаемых, заработали вулканы, решительным образом изменив состав земной атмосферы, – и это явилось главной предпосылкой развития жизни на Земле.

Таким образом, гипотеза Хансен объясняет, на каких именно планетах возможно появление высших форм жизни, и позволяет понять, почему на других планетах земного типа, например, на Марсе и Венере, сейчас не наблюдается движения литосферных плит. Исследовательница полагает, что когда-то на Марсе этот процесс все-таки начался. Об этом напоминают обширные низменности в северном полушарии планеты. Однако Марс по своим размерам значительно уступает Земле. Он быстро остыл, и всякое движение плит прекратилось. Мощная кора сковала Марс словно панцирем.

На Венере же, считает Хансен, важнейшую роль сыграл химический состав коры. Она почти не содержит воду, а потому является куда более хрупкой оболочкой, чем земная кора. Даже при падении на Венеру крупных астероидов ее кора не могла расколоться на отдельные прочные плиты с четко очерченными краями.

Метеориты помогли эволюции?

С момента своего возникновения Земля регулярно подвергалась бомбардировкам. На ее поверхность рухнуло множество метеоритов. Большая часть этих «звездных камней» происходит из пояса астероидов, пролегающего между Марсом и Юпитером. Этот пояс составляют многочисленные малые планеты, которые иногда сталкиваются друг с другом, распадаясь на отдельные обломки. Под действием сил притяжения планет-гигантов – Юпитера и Сатурна – эти отколовшиеся глыбы порой движутся по очень вытянутым траекториям, пересекающим орбиты Марса и Земли. Результатом подобных «нарушений правил движения» и становятся кратеры, усеивающие поверхность планет земного типа.

К числу самых распространенных метеоритов, достигающих Земли, относятся так называемые L-хондриты. Они составляют до 38 % всех обнаруженных на нашей планете метеоритов и отличаются низким содержанием металлического железа (L = Low, «низкий»).

Уже в середине 1960-х годов астрономы установили, что все эти L-хондриты составляли когда-то одну-единственную планету, которая распалась на множество мелких частей около полумиллиарда лет назад. Сказать более определенно, когда случилась эта катастрофа, ученые не могли. Лишь в середине 2000-х годов работающая в Германии российская исследовательница Екатерина Корочанцева разработала метод, позволивший выяснить точное время коллизии. Она произошла в ордовикском периоде, 470 миллионов лет назад (плюс-минус 6 миллионов лет).

Гигантский кратер от удара метеорита в Аризоне

На основе новой датировки ученые детально реконструировали тогдашние события. Речь шла о столкновении малой планеты, достигавшей около 200 километров в поперечнике (именно она, как шутливо говорят астрономы, стала «матерью всех L-хондритов»), с небольшим астероидом диаметром примерно 5 километров. Это была одна из крупнейших катастроф в истории Солнечной системы за последние два миллиарда лет. Малая планета распалась на миллионы частей. Вскоре этот рой обломков покинул привычную орбиту и устремился в сторону Земли, чтобы просыпаться на нее дождем.

Первые космические снаряды упали на нашу планету примерно через 50 тысяч лет после коллизии. Сразу несколько метеоритов рухнули в мелководное море, расположенное на территории современной Скандинавии (его глубина не превышала 300 метров). Космические глыбы медленно увязли в илистых отложениях, покрывавших морское дно.

Миллион лет спустя космический град достиг своей кульминации. Всё – от камней до песчинок – летело на Землю. В течение 1–2 миллионов лет на планету падало в сотни раз больше метеоритов, чем обычно. На протяжении всего этого периода ее атмосфера была затянута густой завесой пыли, взметнувшейся в небо. Ученые пока затрудняются оценить, как это повлияло на климат Земли. Вероятно, это привело к глобальному похолоданию. Некоторые районы планеты превратились в безжизненную пустыню.

По прошествии нескольких миллионов лет дошла очередь и до громадных снарядов. По оценкам некоторых ученых, в то время на Землю упало около двух тысяч глыб диаметром более 100 метров. Дюжина метеоритов достигала в длину около 10 километров. Примерно таких же размеров был и метеорит, который, как полагает ряд исследователей, уничтожил динозавров 65 миллионов лет назад.

Следы той бомбардировки находят в разных частях света. Так, на дно моря, которое простиралось тогда на территории современной Эстонии, рухнули глыбы диаметром 30 метров. На Англию, Китай и Аргентину упали километровые громады, прилетевшие из космоса. Они рухнули на континентальный шельф.

Всего обнаружено уже около десятка кратеров диаметром от 2 до 30 километров, образовавшихся 450–470 миллионов лет назад. Это – кратеры Гранбю, Тверен и Локне в Швеции, Кярдле в Эстонии, Эймс (Оклахома, США), Кэлвин (Мичиган, США), Слейт-Айлендс в Канаде. По статистике, за этот период на нашу планету

должно было упасть не более двух крупных метеоритов.

Энергия подобных соударений была очень большой. Так, подсчитано, что при образовании кратера Слейт-Айлендс диаметром 30 километров выделилось такое количество энергии, какое могло бы выделиться при взрыве 10 миллионов бомб наподобие той, что была сброшена на Хиросиму.

По мнению геолога Джона Парнелла из Абердинского университета, падения этих метеоритов сопровождались сильнейшими землетрясениями. Обширные участки побережий сползли в море, вызвав мощные цунами. Оползни опустошили значительную часть морского дна, а ведь большинство живых организмов тогда обитало здесь. Катастрофа следовала за катастрофой. Казалось, вот-вот погибнет весь мир.

Но, как ни странно, именно в эту эпоху жизнь достигает невиданного прежде разнообразия. Разумеется, нельзя установить однозначную связь между событиями, происходившими тогда в небе и на земле. Может статься, речь идет о случайном совпадении. Но эта оговорка не пользуется популярностью у большинства ученых. Трудно представить себе, что эволюция не сумела бы использовать такой открывшийся ей шанс, как космическая катастрофа.

Профессор Лундского университета Биргер Шмиц полагает, что именно с этим событием связано стремительное изменение флоры и фауны нашей планеты в период среднего и позднего ордовика. Как отмечено на страницах журнала «Nature Geoscience», эта бомбардировка, очевидно, привела к стремительному повышению сложности жизни. Появилось множество новых видов, семейств и родов животных.

В свое время, после «кембрийского взрыва», задавшего основные направления развития высших форм жизни на нашей планете, эволюция словно взяла паузу. Застопорилась.

Возникшие в кембрийском периоде экосистемы были устроены достаточно просто. Большинство животных вело малоподвижный образ жизни. Они находились на дне моря и фильтровали питательные вещества, содержавшиеся в воде.

Многочисленные метеориты, обрушившиеся на планету, похоже, изрядно всколыхнули этот сонный мирок. заставили его обитателей меняться, приспосабливаться к неожиданно изменившимся условиям обитания. Как подчеркивают исследователи, во время этой бомбардировки образовалось большое число новых экологических ниш, которые и заняли вновь появившиеся организмы. В свою очередь, многие сообщества видов, населявших к тому времени нашу планету, были дестабилизированы ударами из космоса, и их потеснили новые

виды. Например, именно в это время брахиоподы (плеченогие) теснят трилобитов.

Итак, вслед за «кембрийским взрывом», разительно изменившим облик планеты, произошел еще один, «ордовикский взрыв». Настоящий взрыв жизни!

Впрочем, вскоре после этих событий начинается массовое вымирание всего живого. Многие виды брахиоподов вновь исчезают. Гибнет около половины всех видов живых организмов. Возможно, причиной тому было резкое изменение климата, вызванное космической бомбардировкой. Во всяком случае, в конце ордовикского периода неожиданно наступило оледенение.

…Последствия той катастрофы ощущались и сравнительно недавно. Так, именно ей обязан своим происхождением кратер Попигай в Сибири. Его диаметр – 100 километров, а возраст – 35 миллионов лет. В последние миллионы лет на поверхность Земли не раз обрушивались метеориты метровой величины – все те же L-хондриты. В общей сложности около трети всех метеоритов, упавших на Землю за минувшие 470 миллионов лет, образовались во время той катастрофы. Похоже, она имела поистине судьбоносное значение для нашей планеты.

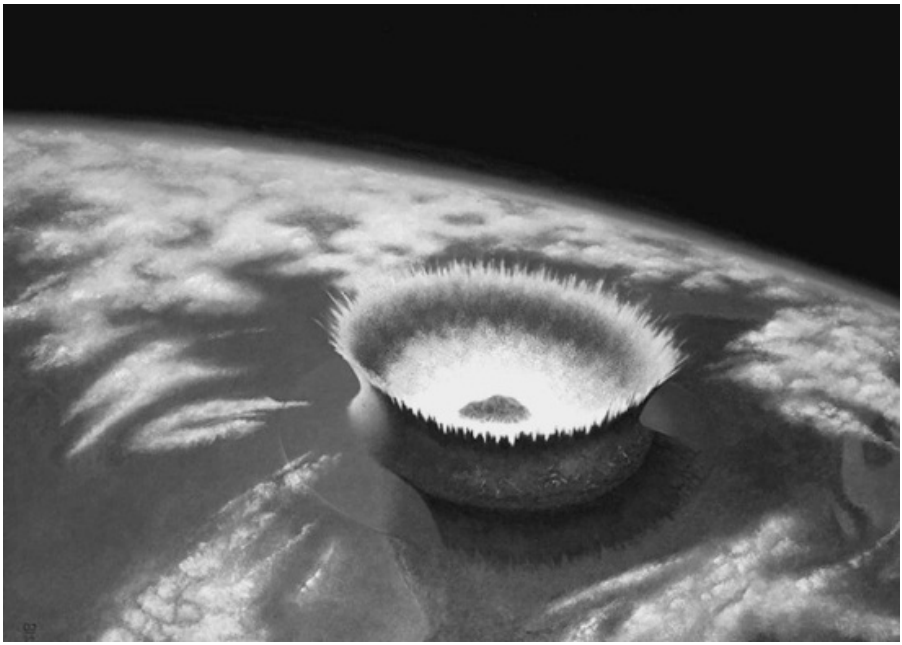
Динозавров погубил метеорит?

Около 65 миллионов лет назад произошло великое вымирание динозавров. На протяжении почти 135 миллионов лет на Земле не наблюдалось случаев столь массовой гибели всего живого. Все это время планетой чуть ли не безраздельно владели ящеры. А затем наступила стремительная сдача ими позиций.

Назывались самые разные причины их исчезновения. Резкое изменение климата, за которым последовала гибель многих видов растений, составлявших рацион динозавров. Эпидемии опасных болезней. Истребление хищными рептилиями травоядных с последовавшим затем вымиранием хищников. Появление млекопитающих, пожиравших яйца ящеров. Вспышка сверхновой звезды неподалеку от Солнечной системы…

В 1980 году американские ученые Луис Альварес, лауреат Нобелевской премии по физике за 1968 год, и его сын Уолтер выдвинули неожиданную идею: динозавры вымерли потому, что на Землю упал огромный метеорит. Тогда со всех сторон посыпались возражения. Нет, динозавры погибли отнюдь не внезапно! Катастрофа тут ни при чем. Это был эволюционный процесс. Он растянулся на несколько миллионов лет.

Скептики не успокоились даже после того, как на полуострове Юкатан обнаружили засыпанный землей кратер Чиксулуб (он назван так по имени деревушки, расположенной посреди него), хотя по своему возрасту и размерам тот явно вписывался в гипотезу Луиса Альвареса. Его диаметр составляет примерно 180 километров. Исследования этого кратера будут продолжаться еще долго. Между тем все новые находки, сделанные учеными, доказывают, что некогда здесь произошла грандиозная катастрофа. Вот как рисуют ее сторонники «астрономической» гипотезы.



Причиной гибели динозавров могло стать падение громадного метеорита

Итак, громадный метеорит, достигавший 10 километров в поперечнике, рухнул на полуостров Юкатан. В ту пору здесь простирался шельф – мелководная материковая отмель. Страшный снаряд моментально разворотил воронку глубиной 30 километров. Энергия удара была очень велика. Чтобы добиться таких же разрушений, следовало взорвать сразу пять миллиардов атомных бомб – вроде той, что сбросили на Хиросиму.

Земная кора не выдержала такого давления. Возник глубокий разлом. Толщу планеты сотрясли невиданные по силе сейсмические волны. Температура на месте катастрофы была так высока, что виновник всех бед – метеорит – полностью испарился. В пар превратились и обширные пласты сульфатов и известняков, из которых сложен Юкатан.

Сразу после падения метеорита начались пожары. Леса выгорели на тысячи километров от эпицентра катастрофы. Вся Северная Америка была объята огнем. После этих пожаров в воздух взметнулось столько пепла и пыли, что на многие месяцы воцарился зловещий мрак. Пыль плохо пропускала солнечный свет. Непроницаемой пеленой она обволокла всю планету. Уцелевшие растения зачахли. Земля заметно остыла. Наступила так называемая «метеоритная зима». Множество животных погибло от бескормицы. Опустевшую планету исподволь, словно саваном, кутал пепел. Он слеживался, образуя слой толщиной несколько сантиметров.

Позднее воздух снова прогрелся. Начались кислотные дожди, поскольку испарилось огромное количество сульфатов. С неба на землю лилась серная кислота. Она разъедала известковые раковины фораминифер. Большая часть этих животных погибла. Эти простейшие организмы были излюбленной пищей многочисленных аммонитов – моллюсков, обитавших в тогдашних морях (для этих «каменных змей» характерна спиральная раковина). «Цепь питания», связывавшая морские организмы, оборвалась. Аммониты вымерли. Схожие процессы происходили и на суше.

За время «метеоритной зимы» в атмосфере накопилось большое количество углекислого газа. Это вызвало «парниковый эффект». Вслед за резким похолоданием началось такое же стремительное потепление на несколько градусов.

Прошли сотни тысяч лет. Жизнь на планете постепенно пришла в норму. Вот только облик Земли разительно переменился. Исчезли все виды динозавров, а также ящеры морские и летающие – плезиозавры и птерозавры. Погибли 70 % всех видов животных. Пострадали в той или иной мере все организмы, населявшие планету. «По-видимому, в конце мелового периода вымерли все животные, весившие более 25 килограммов», полагает палеонтолог Ян Смит из Амстердамского университета.

Впрочем, многие ученые по-прежнему не признают этот сценарий. Все дело в том, пишет российский палеонтолог К.Ю. Еськов, что «вымирание динозавров идет весь поздний меловой период с более или менее постоянной скоростью, но, начиная с некоторого момента, эта убыль перестает компенсироваться возникновением новых видов; старые виды вымирают, а новых им на смену не появляется, и так вплоть до полного исчезновения группы… Иными словами: в конце мелового периода имело место не катастрофическое вымирание динозавров, а непоявление новых им на смену».

Так можно ли примирить сторонников и противников теории Луиса Альвареса? Как сейчас выглядит позднемеловой пейзаж после научной битвы?

В конце 2006 года на очередной ежегодной конференции Американского геологического общества одним из центральных событий стал доклад Герты Келлер из Принстонского университета. Речь шла все о том же «тогда» и «теперь» динозавров, вечно смертных в гипотезах, вечно бессмертных в диспутах ученых.

Доклад Келлер подводил черту под многолетними исследованиями в кратере Чиксулуб и его окрестностях, а также в

некоторых других районах Северной Америки. Стремясь разгадать тайну убыли динозавров, Келлер и ее коллеги изучали останки не самих ящеров, а крохотных микроорганизмов, населявших эту местность в конце мелового периода.

«Окаменелые останки динозавров, – объяснила свой принцип работы Келлер, – слишком немногочисленны и разрозненны… Конечно, людям интереснее динозавры, но в действительности воссоздать истинную картину их гибели можно только с помощью окаменелых микроорганизмов той эпохи, потому что только они могут надежно указать время и обстоятельства своей смерти».

Картина эта оказалась очень запутанной. Но черную точку в конце «мелового листа» ставил все же метеорит. Точку. Многоточие. Метеориты…

Более 65 миллионов лет назад по не известной пока причине на нашей планете начался бурный всплеск вулканической и сейсмической активности. Извержения вулканов следовали одно за другим – и так на протяжении полумиллиона лет. Атмосфера планеты наполнилась огромным количеством углекислого газа, что привело к глобальному потеплению. Температура на поверхности воды и суши повысилась в среднем на 7–8 градусов (это означает, что летом она могла быть выше нормы на 15–20 градусов, а зимой – ниже на 8—12 градусов). Наступила климатическая катастрофа. Многие виды живого оказались на грани исчезновения; жизнь была буквально подорвана в своих основах. И именно тогда произошло столкновение Земли с крупным метеоритом, рухнувшим на Юкатан.

Следующая часть доклада Келлер стала главной сенсацией. Впервые ей удалось надежно подтвердить, что динозавры уцелели после этой катастрофы и прожили еще двести с лишним тысяч лет. «И тогда произошло второе за полмиллиона лет столкновение Земли с метеоритом, только намного больше Чиксулубского, – описывает итог обсуждения обозреватель журнала «Знание – сила» Рафаил Нудельман. – Вот оно-то и стало “последней соломинкой” для большей части морских видов и крупных наземных существ – динозавров и им подобных».

Но положит ли оно конец спорам о судьбе динозавров? И где находится кратер, оставшийся на месте падения второго метеорита?

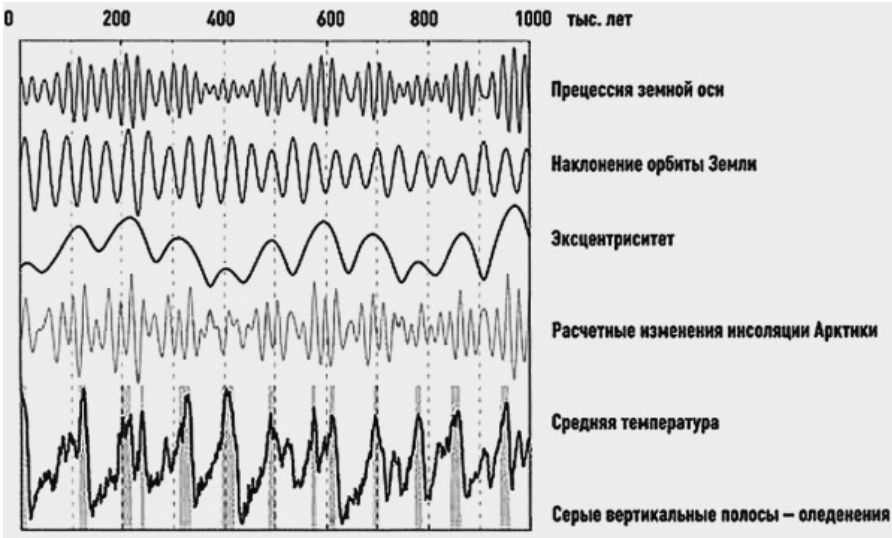
Льды, зной и циклы Миланковича

Понятие «парниковый эффект» знакомо всем. СМИ регулярно сообщают о «глобальном потеплении», вызванном этим эффектом, а политики, не доверяя власти слов, делают решительные выводы, облекая их в такую словесную форму, как Киотский протокол, ограничивающий выбросы углекислого газа в атмосферу.

Фразы «Защитим климат Земли», «Спасем планету от потепления» давно вошли в наш обиход – как и мнение о том, что главной причиной изменений климата является человек, его промышленная деятельность. Но так ли уникально нынешнее потепление, или это естественный процесс, и он обусловлен изменением солнечной активности, а может быть, колебаниями орбиты Земли?

Климат по-прежнему остается одной из научных загадок. За время существования нашей планеты он не раз претерпевал поразительные изменения. Земля то покрывалась льдами и даже превращалась в снежный ком, то сбрасывала белые покровы. Нынешние ледники – лишь свидетели последнего оледенения, отступившего около 10 тысяч лет назад. Но что определяло длительность ледниковых и межледниковых периодов, сменявших друг друга, как день и ночь? Уж конечно, не человек! Смену эпох обусловливали космические факторы – влияние Солнца и планет Солнечной системы. Их взаимное расположение сказывалось на траектории Земли, то сближая ее со светилом, то отдаляя от него.

Если бы вокруг Солнца обращалась одна Земля, если бы она имела форму идеального шара, если бы ее ось вращения сохраняла одно и то же положение, то наша планета описывала бы, согласно законам Кеплера, идеальный эллипс, чья форма не менялась бы во веки веков. В таком случае любая область Земли в определенный день календарного года получала бы одно и то же количество солнечного тепла, в каком бы году мы ни вели наши наблюдения.



Циклы Миланковича

Но действительность лежит за рамками школьной геометрии. Земля – не шар, а эллипсоид, то бишь приплюснутый шар. Ее диаметр в районе экватора несколько больше расстояния между полюсами. Из-за этого под действием притяжения Луны и Солнца возникает особая сила, стремящаяся повернуть ось вращения Земли. Ось покачивается, постепенно описывая круговой конус и совершая один оборот примерно за 26 тысяч лет. Это явление называют прецессией.

Циклически меняются и другие параметры орбиты. Наиболее ощутимы периоды продолжительностью примерно в 100 тысяч лет (изменение эксцентриситета) и 41 тысяч лет (изменение наклона земной оси). Каждые 400 тысяч лет орбита Земли принимает почти идеальную круговую форму.

Все это не может не сказываться на климате нашей планеты, вызывая его колебания. Ведь меняется количество тепла, получаемого различными областями Земли. Еще в XIX веке была высказана догадка, что оледенения наступают, когда отдельные регионы начинают получать меньше тепла, чем обычно.

В 1915 году сербский математик Милутин Миланкович задался целью вычислить, сколько солнечного тепла получали разные регионы планеты за последние 600 тысяч лет, чтобы, может быть, понять причину наступления ледниковых периодов.

Составленные им графики были весьма выразительны. Так, анализируя схему, на которой было показано количество тепла, получаемого в летнее время полярными областями Северного полушария, Миланкович обратил внимание на то, что в отдельные эпохи кривая солнечной радиации была необычайно низка. Он предположил, что именно тогда начинались новые

оледенения.

Если лето выдалось аномально холодным и пасмурным, если солнечные лучи не прогревали землю, то снег, выпавший зимой, мог пролежать до следующей зимы. Одно, другое лето, вот уже счет их мерится столетиями, и нарастает слой нерастаявшего снега, смиряя планету, стирая с ее чела признаки жизни. К тому же снег хорошо отражает солнечный свет, а потому эффект охлаждения планеты усиливается. Постепенно там, где ворошилась крупа снежинок, вырастала хрустальная плита льда. Ледник вытягивал тысячи языков, отравляя «морозным ядом» все, что жило вокруг. Он полз на юг, покрывая все большую территорию. Наступала новая ледниковая эпоха.

Кстати, до Миланковича считалось, что оледенения поочередно наступают то в Северном, то в Южном полушарии. Он же настаивал на том, что движитель «климатической машины» находится в Северном полушарии, ведь большая часть суши расположена здесь, а ледники образуются на суше.

Правота выводов Миланковича стала подтверждаться лишь после Второй мировой войны, а свое окончательное признание его гипотеза получила в 1970-е годы, когда геологи из Колумбийского университета Джеймс Хейс, Джон Имбри и Николас Шекелтон, исследуя глубоководные керны, проникли в прошлое на миллион с лишним лет, точно датировав сроки оледенения и продолжительность климатических циклов. Они впервые вычислили сразу несколько подобных циклов, длящихся 100 тысяч лет, 41 тысячу лет, 23 тысячи лет и 19 тысяч лет, и назвали их «циклами Миланковича».

«Мы уверены, что причиной оледенений являются изменения параметров траектории Земли, – писал Джеймс Хейс в 1976 году. – Доказательства настолько очевидны, что какие-либо иные объяснения излишни». Разумеется, подобное было сказано в полемическом пылу. Теория Миланковича по-прежнему подвергается критике. Она не учитывает роль тропиков в Южном полушарии, сложное взаимодействие морских и воздушных течений, промышленную деятельность человека.

По-видимому, механизм смены климата сложнее, чем предполагалось несколько десятилетий назад. Тут играет роль количество солнечного тепла, получаемого всей планетой, а не только отдельной ее областью, которую считали чем-то вроде кнопки спускового механизма или переключателя с «горячо» на «холодно».

Много неясного и с самими циклами. Ни один параметр орбиты не меняется со строгой периодичностью. В действительности мы имеем дело с несколькими

квазипериодическими процессами. Вот, например, упомянутый 100 000-летний цикл эксцентриситета. Собственно говоря, его не существует – есть комбинация двух циклов, один из которых длится 125 тысяч лет, а другой – 95 тысяч лет. Поэтому в отдельные эпохи действие одного цикла лишь усиливается действием другого, а в иные времена, наоборот, ослабляется. Так, 400 тысяч лет назад их действие взаимно компенсировалось. Однако чаще всего влияние этих циклов так или иначе сказывалось на климате Земли.

Одну из самых точных моделей, описывающих изменения климата в прошлом, в рамках теории Миланковича создал бельгийский геофизик Андре Бержер. Но любопытно, что она может поведать о будущем?

В ближайшую эпоху минимум 100 000-летнего цикла эксцентриситета наложится на минимум 400 000-летнего цикла. Вследствие этого орбита Земли через 27 тысяч лет станет практически идеально круговой. Количество солнечного тепла, получаемого полярными областями планеты в летнее время года, будет почти неизменным.

Нынешний межледниковый период продлится еще почти 50 тысяч лет – и человек здесь ни при чем. В последний раз такое было около 400 тысяч лет назад. Если же содержание углекислого газа в атмосфере в течение нескольких столетий будет превышать нынешнее в два раза, – а это прогнозируется, к такому может привести наша промышленная деятельность, – тогда новое оледенение вообще не наступит. Межледниковая эпоха не кончится никогда.

Что это принесет Земле? Вы ждете ответа? Но любые очерки о глобальном изменении климата пока не могут заканчиваться простым, четким резюме. Возможно, в задаче со многими неизвестными, которую решают ученые, ответ останется неизвестным еще очень долго.

Однажды в Сибири: падение тунгусского метеорита

Вплоть до сегодняшнего дня ученые гадают, что же произошло в районе Подкаменной Тунгуски более ста лет назад, 30 июня 1908 года, в 7 часов 14 минут утра. В тот день над тайгой внезапно зажглось «второе Солнце» – взорвался огромный огненный шар. Сила взрыва была такова, что почти шестьдесят миллионов деревьев, росших на площади примерно в 2150 квадратных километров, были сломаны, словно спички. «Жутко становится, когда видишь десяти-, двадцативершковых великанов, переломанных пополам, как тростник, с отброшенными на много метров к югу вершинами», – рассказывал первый исследователь этого феномена Леонид Кулик. По счастливой случайности, погиб, как считается, всего лишь один человек, поскольку удар пришелся по абсолютно безлюдной местности.

«Только я замахнулся топором, чтобы набить обруч на кадушку, как вдруг на севере небо раздвоилось, и в нем широко и высоко над лесом появился огонь, который охватил всю северную часть неба, – вспоминал местный русский житель Семенов, находившийся в 65 километрах от центра катастрофы. – В этот момент мне стало так горячо, словно на мне загорелась рубашка. Я хотел разорвать и сбросить с себя рубашку, но небо захлопнулось, и раздался сильный удар. Меня сбросило с крыльца сажени на три».

Взрыв Тунгусского метеорита стал, пожалуй, самой крупной катастрофой в современной истории, вызванной падением на Землю небесного тела. Его последствия ощущались далеко от Сибири. Так, ночное небо над Великобританией было залито светом. В полночь жители Лондона, прогуливаясь по улицам, не освещенным фонарями, могли спокойно читать газету.

Поваленные деревья в районе падения Тунгусского метеорита. Фото 1927 г.

Эпицентр взрыва находился в одном из самых отдаленных районов Сибири, близ реки Подкаменная Тунгуска, среди болот и тайги. А если бы удар пришелся в один из крупных городов? И ведь Тунгусский метеорит – далеко не самый крупный космический объект, когда-либо угрожавший Земле! Как иронично заметила на страницах журнала «Знание – сила» харьковская журналистка Валентина Гаташ, его падение «было чем-то вроде мимолетного космического поцелуя, который заворожил немало исследователей».

Теперь мы понимаем всю смертоносность «космических ласок». Природа же Тунгусского метеорита по-прежнему вызывает споры.

О чем вообще идет речь? О падении астероида или кометы? В принципе, в обоих случаях последствия схожи, но есть и важное отличие. Кометы обращаются по очень вытянутым орбитам, и скорость их движения заметно выше, чем у астероидов. Поэтому при падении на Землю небольшой кометы выделяется такое же количество энергии, как и при падении куда более крупного астероида. В то же время кометы гораздо реже пересекают орбиту Земли, чем астероиды. До сих пор астрономы не располагают ни одним подтвержденным фактом падения на Землю кометы. Так что, если бы выяснилось, что в районе Тунгуски упала комета, это стало бы уникальным событием.

Сейчас большинство ученых полагает, что это был все-таки астероид. Так, в модели, разработанной в 1993 году астрономами НАСА (руководитель Кристофер Чиба), подобные разрушения мог вызвать именно астероид размеров в несколько десятков метров, взорвавшийся в считаных километрах от Земли. К такому же выводу пришли Наталья Артемьева и Валерий Шувалов из московского Института динамики геосфер. По расчетам ученых, на высоте 5—10 километров взорвался и полностью испарился астероид, достигавший в поперечнике от 30 до 80 метров. Мощность Тунгусского взрыва составляла 10–15 мегатонн тринитротолуола. Это соответствует взрыву 1150 бомб, сброшенных на Хиросиму. Некоторые исследователи говорят даже о 50 мегатоннах. Впрочем, в конце 2007 года Марк Босло и Дэвид Кроуфорд из лаборатории в Альбукерке (США) показали, что Тунгусский взрыв мог быть вызван падением объекта гораздо меньших размеров – подобные разрушения мог произвести и взрыв мощностью от 2 до 4 мегатонн. По расчетам итальянских ученых, исследовавших несколько лет назад озеро Чеко, расположенное в восьми километрах от предполагаемого центра катастрофы, диаметр астероида составлял около 10 метров, он весил до 1500 тонн и мчался со скоростью от 3600 до 36 тысяч километров в час под углом в 45 градусов к поверхности Земли.

На сегодняшний день не найдено ни одного обломка этого загадочного небесного тела. Обнаружены лишь микроскопические фрагменты, возможно, внеземного происхождения, например, частицы графита, расплавленные крупицы железа и никеля. Не найден и кратер. Впрочем, еще в 1960 году советский исследователь Владимир Кошелев предположил, что озеро Чеко, напоминающее по форме скорее воронку глубиной около полусотни метров, и есть тот самый кратер – тем более что впервые оно появляется лишь на карте, составленной в 1928 году. А вот на военной карте, датированной 1883 годом, оно не значится. Однако местные жители, когда их опрашивали, повторяли, что озеро было всегда, оно было при их отцах, и дедах, и дедах их дедов.

Отсутствие фактов побуждает исследователей строить самые необычные гипотезы. Так, еще в середине 1940-х годов советский писатель-фантаст Александр Казанцев предположил, что в районе Тунгуски потерпел катастрофу инопланетный космический корабль. В 1951 году польский писатель Станислав Лем в своем романе «Астронавты» описал взрыв в районе Подкаменной Тунгуски космического корабля, прибывшего с Венеры. Сенсационные версии появлялись даже на страницах авторитетного журнала «Nature». Так, в 1958 году физики

объяснили катастрофу проникновением к поверхности Земли антивещества, а в 1973 году два астронома предположили, что Земля могла столкнуться с миниатюрной черной дырой, прошившей ее насквозь.

Еще в 1980-е годы советский ученый Андрей Ольховатов, а в 2001 году немецкий астрофизик Вольфганг Кундль предложили геофизическую версию Тунгусского взрыва. По Ольховатову, это был нелокальный природный взрыв наподобие шаровой молнии. По Кундлю, такой же разрушительный эффект мог произвести взрыв примерно 10 миллионов тонн природного газа, вырвавшегося под большим давлением из-под земли сквозь трещины, образовавшиеся в коре. Впрочем, эта гипотеза не объясняет, почему в Ванаваре, расположенной в 65 километрах от эпицентра взрыва, видели яркую вспышку света. Всего насчитывается около 120 гипотез, объясняющих Тунгусский феномен, в том числе имеются версии, лежащие уже за гранью науки, например, взрыв огромного роя мошек.

Между тем это событие – вовсе не такое уникальное, как кажется на первый взгляд. На протяжении миллиардов лет на Землю и другие планеты Солнечной системы падали метеориты. Подобные катастрофы происходили даже на нашей памяти. Так, летом 1994 года форменной бомбардировке подвергся Юпитер. На него рухнули обломки кометы Шумейкеров-Леви-9. События же, напоминающие падение Тунгусского метеорита, повторяются, по оценкам астрономов, каждые 200—1000 лет. Так что не будет ничего удивительного, если еще в этом столетии в каком-либо уголке Земли произойдет что-то подобное.

На протяжении многих веков астрономы смотрели в небо с доверчивым любопытством. Теперь все чаще их побуждает вести наблюдения тревога. Взрыв Тунгусского метеорита был чем-то вроде предупредительного выстрела – знака, поданного космосом перед тем, как он нанесет по нашей планете сокрушительный удар. Когда это будет? В последний раз жертвами метеорита стали динозавры. Сумеем ли мы сделать все возможное, чтобы именно эта жертва была последней? Защитимся ли мы от космической угрозы?

Что нам ждать от Апофиса?

Астероид Апофис диаметром около 320 метров и массой 25 миллионов тонн был обнаружен в июне 2004 года, но только через полгода стало ясно, что он так просто от Земли не отстанет. Тогда в НАСА и подняли тревогу. В декабре того же года сводки о движении астероида 2004 MN4 напоминали фронтовые. Утром 23 декабря руководство НАСА оценивало вероятность столкновения с ним как 1: 300. Через четыре дня «точность наведения» астероида повысилась (1: 37).

Он стал первым небесным телом, удостоенным по Туринской шкале (своего рода шкале Рихтера, принятой астрономами и позволяющей оценивать вероятность падения на Землю крупного небесного тела и последствия этой коллизии) четвертой степени опасности. К этой категории относят объекты, вероятность падения которых на Землю превышает 1 % и которые причинят огромные разрушения.

Словно космическая пушка, этот астероид нацеливался на Землю. Вскоре он получил имя. Немногие каменные глыбы, снующие среди планет, удостаиваются такой чести. Из пронумерованного обломка, затерянного в космосе, он превратился в роковую планету Апофис. Египтяне называли этим именем – Апоп (Апофис) – огромного змея, который олицетворял мрак и зло.

Тем временем ученые оценили, что мощность столкновения с Апофисом была бы примерно равна мощности взрыва ста тысяч бомб, сброшенных на Хиросиму. Этого хватило бы, чтобы превратить в мертвую пустыню Тринидад или Канарские острова. Впрочем, вскоре последовали новые уточнения – тревога оказалась ложной. Как иронично заметил Дэвид Фолен, один из открывателей этого астероида, «коварные замыслы египетского Апопа, как правило, не сбывались. Вот и Апофис до нас не доберется, не сейчас во всяком случае».

Астероид Апофис. Компьютерная обработка

Астероид Апофис, как призрак, мелькнул в небесах и растворился в космическом мраке, чтобы вернуться к нам 13 апреля 2029 года, когда он в какой-то момент окажется на расстоянии 30 тысяч километров от Земли – ближе, чем спутники, располагающиеся на геостационарной орбите. После наступления сумерек жители Европы, Африки и Западной Азии в течение пары часов будут наблюдать «звездочку средней величины», пересекающую небосвод близ созвездия Рака. На нашей памяти Апофис станет первым астероидом, который нам удастся явственно различить невооруженным глазом. Подобное случается раз в тысячу лет.

Ученые не исключают возможности того, что на таком небольшом расстоянии Апофис будет разорван на части под действием силы притяжения Земли, и его обломки просыплются

на нашу планету, подобно обломкам кометы Шумейкеров-Леви-9, которая, распавшись, изрешетила Юпитер в 1994 году.

Возможно также, что после этого сближения с Землей он сделает новый заход и тогда ровно семь лет спустя – 13 апреля 2036 года – все же врежется в нашу планету. Для этого в 2029 году Апофис должен оказаться на строго определенном расстоянии от Земли с точностью до 300 метров (сейчас мы можем прогнозировать его орбиту в 2029 году с точностью до 3000 (!) километров). Если Апофис войдет в этот коридор – «замочную скважину», как его часто называют, – у нас не будет возможности уклониться от столкновения. Сила притяжения Земли развернет астероид, и наша планета сама направит его на себя.

В любом случае траектория Апофиса решительно изменится. До сих пор она целиком лежала внутри орбиты нашей планеты, и большую часть времени астероид располагался так, что Солнце заслоняло его, не давая астрономам вести за ним наблюдение. После сближения с Землей его орбита вытянется и станет эксцентричной. Апофис будет курсировать от Венеры до Марса, регулярно пересекая орбиту нашей планеты, – иногда в опасной близости от нас.

Если же случится худшее, то, когда траектория Апофиса будет определена точнее, мы сумеем хотя бы приблизительно оценить область падения этого «снаряда» – очертим вокруг нашей планеты полосу шириной 45 километров. Пока предполагается, что он может упасть где-то на территории от Казахстана до Тихого океана включительно, и далее он угрожает Калифорнии, Центральной Америке, а также акватории Атлантического океана. Под угрозой находятся такие крупные города, как Манагуа (Никарагуа), Сан-Хосе (Коста-Рика) и Каракас (Венесуэла). Но самым вероятным местом падения кажется Тихий океан, а наиболее реальной угрозой – волны цунами высотой 20 метров, которые обрушатся на побережье Калифорнии.

Разумеется, этот сценарий скорее фантастичен. Сама вероятность такого развития событий крайне мала. По нынешней оценке, она составляет всего 1: 45 000.

К тому же в судьбу зловещего астероида может вмешаться человек. «Проведенный нами анализ показывает, что Апофис можно было бы сдвинуть на 25 километров, если бы в 2026 году удалось изменить скорость его движения на одну десятую долю миллиметра в секунду (!)», – подчеркивает Дон Йеомэнс, менеджер проекта «Near Earth Object» (с 1998 года НАСА по поручению правительства США следит за NEO, Near Earth Object – «объектами, сближающимися с Землей»). Этого было бы

достаточно, чтобы после прохождения мимо Земли в 2029 году астероид не повернул бы в сторону нашей планеты. Для корректировки курса надо направить в него снаряд массой в одну тонну, разогнав его до скорости 8000 километров в час, обстрелять астероид, как в 2005 году – комету Темпеля-1.

«Явление Апофиса ученым» – показательный пример нашей беспечности, того, как мы плохо подготовлены к возможной катастрофе. А ведь эта планетка – всего одно из множества небесных тел, снующих близ Земли. По оценке астрономов, около 900 астероидов теоретически могут когда-нибудь столкнуться с Землей, ведь их орбиты пересекаются с орбитой, по которой обращается наша планета.

Проблема еще и в том, что, узнав о высокой вероятности падения астероида, например, на Калифорнию, власти США могут использовать все возможные средства, чтобы отвести угрозу от своей страны, то есть хотя бы немного затормозить или ускорить астероид, лишь бы он миновал один из самых процветающих штатов Америки, и тогда выше будет вероятность падения «снаряда» на какую-то другую страну, лежащую в этой полосе. Космическая безопасность становится крайне щекотливой, даже взрывоопасной темой, которая разделит целые народы на «чистые» и «нечистые» по их отношению к высоким технологиям. Как грустно отмечает обозреватель немецкой газеты «Die Zeit», «возможно, конфликты, которые разразятся из-за попыток отвести угрозу от своей страны и тем самым создать непосредственную угрозу для других стран, могут унести больше жертв, чем само столкновение с астероидом».

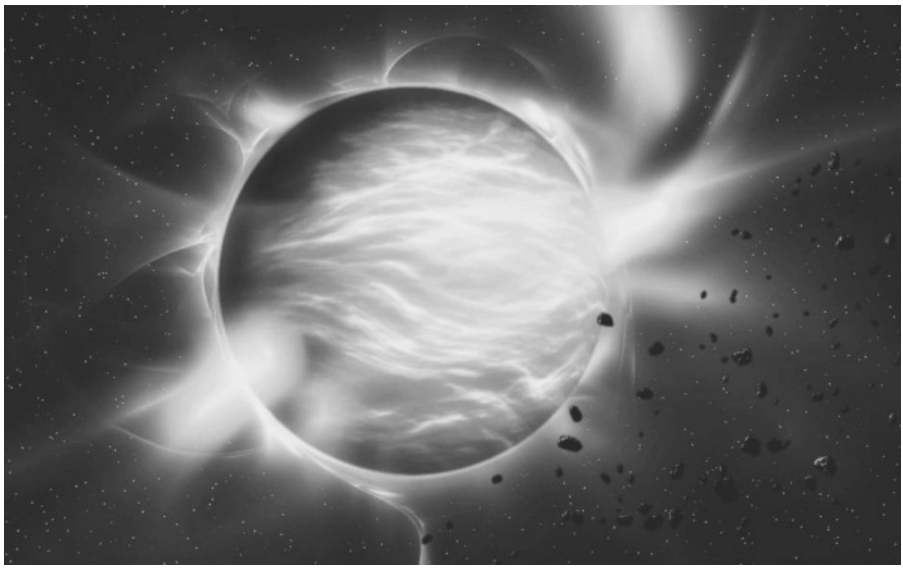
А может быть, астероиды через какое-то время превратятся в оружие массового поражения? Британские астрономы Дэвид Эшер и Найджел Холлуэй несколько лет назад представили компьютерную модель, в которой им удалось, устроив 15 нацеленных ядерных взрывов, – бомбы доставлялись на орбиту Земли с помощью ракет, – направить на Британские острова астероид 1998 HH49 диаметром 200 метров. Его падение было равносильно падению 50 тысяч бомб, сброшенных на Хиросиму. В радиусе 100 километров от центра взрыва всё было разрушено.

По словам ученых, когда космическое сообщение станет более оживленным, подготовку к подобной адской атаке можно будет вести совсем незаметно, доставляя на орбиту ядерные боеголовки с помощью обычных транспортных кораблей. Остается добавить, что в истории человечества все научные открытия так или иначе находили применение в военном деле.

Какой финал ждет нашу планету?

Со временем Солнце превратится в красного гиганта, стремительно разрастется и поглотит или выжжет дотла ближайшие к нему планеты. Однако детали этого апокалипсиса пока не ясны. Ученые продолжают спорить о том, каких размеров достигнет наше светило. Как изменятся радиусы ближайших к Солнцу планет? Что произойдет с Землей?

Существуют разные сценарии этой катастрофы. Вот один из них, представленный учеными из потсдамского Института изучения климатических изменений во главе с Зигфридом Франком. Уже через 1,6 миллиарда лет Солнце будет светить на 15 % ярче, чем теперь. Средняя температура на нашей планете составит 60–70 °С. Огромное количество водяных паров, скопившихся в атмосфере, будет лишь усиливать парниковый эффект. Высохнут моря и океаны. Все высшие формы жизни погибнут. На какое-то время уцелеют разве что бактерии, обитающие в недрах земли, на километровой глубине.



Земля погибнет еще до того, как Солнце достигнет предельных размеров красного гиганта

Пышные зеленые ландшафты уступят место унылым пустошам. Исчезнут растения, которые формировали почву и укрепляли ее. Это значительно ускорит эрозионные процессы. Там, где простиралась безмерная толща воды, будут расстилаться бескрайние пустыни-солончаки. Прекратится движение литосферных плит, а вместе с тем перестанут расти горы. Земная

поверхность станет однообразно гладкой.

Значительно изменится и состав земной атмосферы. Под действием ультрафиолетового излучения молекулы воды расщепляются. При этом более легкий водород постепенно улетучивается в космическое пространство, поскольку земное притяжение не способно удерживать его очень долго. Более тяжелый кислород скапливается в атмосфере, и потому давление воздушной оболочки будет нарастать. Через полтора миллиарда лет оно окажется в сотни раз выше, чем теперь. Железо, содержащееся в минералах, будет поглощать кислород, и вся поверхность Земли со временем окрасится в цвета ржавчины. «Голубая планета» Земля станет двойником «Красной планеты» – Марса.

Теперь перенесемся на 7,5 миллиарда лет вперед (этот сценарий предложили американские планетологи Джеффри Карджел, Брюс Фегли и Лаура Шефер). К тому времени радиус Солнца увеличится в 250 раз по сравнению с нынешним. Нашу планету можно назвать тогда пленницей своего светила. Одна ее сторона вечно обращена к Солнцу, там длится нескончаемый день. Другая сторона погружена в вечную ночь. На границе этих двух областей царят непреходящие сумерки.

Температура в океане магмы, простершемся на «солнечной стороне» Земли, достигнет 2200 ˚С. В таком пекле даже магма начнет испаряться. Труднее оценить то, что будет происходить на «ночной стороне» Земли. Если к тому времени там сохранится плотная атмосфера, то и эта половина планеты раскалится. Но если воздушная оболочка, удерживающая тепло, исчезнет, то там станет очень холодно, предполагает Карджел. Тогда Земля будет напоминать Меркурий. В полуденные часы эта ближайшая к Солнцу планета разогревается до 460 ˚С, а ночью промерзает до минус 170 ˚С. На «ночной стороне» Земли, как показывают расчеты, температура и вовсе может опуститься до 240 градусов ниже нуля.

Итак, климат на нашей планете станет очень причудливым. На ее «солнечной стороне» испарятся кремний, железо и магний. В «сумеречной зоне» они будут конденсироваться. «Там на поверхность планеты будут обрушиваться дожди из жидкого железа и, может быть, осадки в виде снега из моноксида кремния», – предполагает Карджел. А на «ночной стороне» Земли начнут выпадать снежные хлопья из натрия и калия.

Посреди океанов из расплавленных пород будут громоздиться материки, сложенные из натрия, калия, алюминия и кальция, покрытые ледниками, состоящими из кремния, железа и магния. Но не только! Температура на «ночной стороне» будет

достаточно низкой для того, чтобы там возникли огромные ледяные шапки из углекислого газа, диоксида серы и аргона. Возможно, под ними еще будут плескаться целые моря воды – грустное напоминание о прежнем прошлом планеты.

Но разве к тому времени она уцелеет? Разве ее не поглотит Солнце? Расчеты показывают, что неимоверно увеличившееся Солнце все слабее будет удерживать внешние слои своей оболочки. Почти треть массы оно потеряет в виде солнечного ветра. Соответственно, оно слабее будет и притягивать к себе планеты. Радиусы их орбит возрастут тоже почти на треть. В частности, радиус орбиты, по которой движется Земля, увеличится до полутора астрономических единиц, а значит, наша планета успеет выскользнуть из «пламенных объятий» светила. Ее поверхность расплавится, но, пусть и выжженная дотла, она все так же будет обращаться вокруг Солнца, превратившись в каменный шар, залитый огнем. Этот вывод обнародовали в 2001 году немецкий астроном Клаус-Петер Шрёдер и его британские коллеги Роберт Коннон Смит и Кевин Эппс.

Но история на этом не заканчивается. В своем новом сценарии, опубликованном несколько лет спустя, Шрёдер и Смит учли дополнительные факторы, в том числе действие приливных сил. Эта поправка оказалась очень важной. Когда выжженная Земля будет кружить в непосредственной близости от Солнца, ставшего гигантской звездой, – подобно тому, как Луна кружит рядом с Землей, – то из-за приливного торможения она начнет двигаться по своего рода «спирали смерти», и задержать ее падение будет нельзя. Земля, как шарик, покатившийся по склону горы, соскользнет навстречу Солнцу, в его огненную топку.

Итак, судя по последним расчетам, Земля погибнет еще до того, как Солнце достигнет предельных размеров. Она сгорит примерно через 7,59 +/– 0,05 миллиарда лет. К такому результату пришли Шрёдер и Смит, опубликовавшие статью об этом на страницах авторитетного журнала «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society». «Мы, в общем-то, уверены в том, что Земле не удастся избежать трагического финала, – говорит один из авторов этого сценария, Шрёдер. – Чтобы уцелеть, она должна была находиться на 22,5 миллиона километров дальше от нашего светила, чем она располагается сейчас».

Таким образом, судьба четырех планет земного типа, похоже, предрешена. Марс останется в стороне от этого крушения миров, ну а Меркурий и Венера сгорят еще раньше, чем Земля. Или новые гипотезы астрономов все-таки подарят нашей планете хотя бы один шанс?

А, кстати, может ли уцелеть в этом апокалипсисе жизнь? Каковы

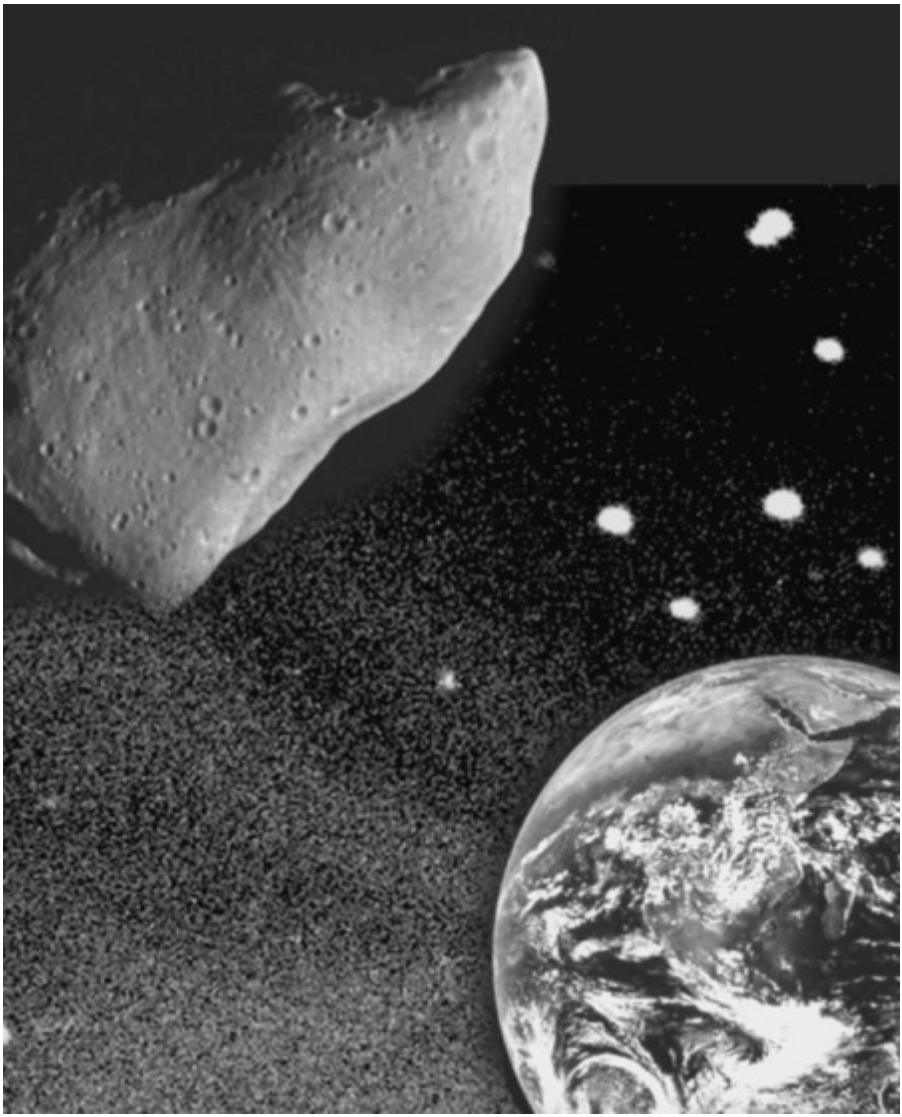
прогнозы ученых? Как известно, в окрестности звезды существует так называемая зона жизни. Ее очертания со временем меняются. Так, через 7 миллиардов лет планета Марс станет вполне пригодной для жизни – такой же, как сейчас Земля. Но это продлится «недолго» – 100 миллионов лет. Затем и там станет слишком жарко для всего живого. Зато через 7,4 миллиарда лет на спутнике Юпитера, Европе, климат будет таким же, как на Земле. Через несколько миллионов лет в зоне жизни окажутся уже спутник Сатурна, Титан, и спутник Урана, Оберон. Так что, нашим далеким потомкам, ежели таковые уцелеют, придется постоянно переселяться из одного региона Солнечной системы в другой. Со временем в окрестности Солнца появятся сотни водных миров. Растают толщи льда, сковывавшие спутники планет-гигантов, а также малые планеты из пояса Койпера, и их поверхность покроется морями и океанами. Но все эти водные миры просуществуют лишь несколько сотен миллионов лет, – пожалуй, слишком мало для того, чтобы там могла зародиться хотя бы примитивная жизнь. Когда же Солнце погаснет, все эти малые планеты снова будут скованы льдом – и теперь уже навсегда!

Можно ли сдвинуть Землю?

Время немилосердно и к людям, и к планетам. В расчетах астрономов Земля гибла не раз. Ее выжигало Солнце, ее удушала атмосфера, ей грозили метеориты. Пусть беды заставят себя ждать сотни миллионов лет, спасением ее жителей стали заниматься уже сейчас. Одни ученые ведут наблюдение за нашими космическими окрестностями. Другие обдумывают, как переселиться на соседние планеты. Третьи намечают, как… отвезти на безопасное расстояние саму Землю.

Недавно свой проект спасения Земли опубликовали три американских астронома: Дональд Корикански и Грегори Лафлин из Калифорнийского университета (Корикански – автор идеи), а также Фред Адамс из Мичиганского университета.

Идея такова. Надо изменить траекторию какого-нибудь астероида. Он будет время от времени пролетать мимо Земли, всякий раз невольно выталкивая ее на новую – более дальнюю – орбиту. Пусть Солнце пылает все сильнее – Земля, словно мяч под ногой футболиста, будет откатываться все дальше, вовремя уходя от иссушающего огня.



Астероиды в будущем могут стать спасителями человечества

Если спортивное сравнение раздражает, можно сопоставить труд астрономов с подлинно высоким искусством механиков XVIII–XIX веков, мастеривших уникальные машины из колесиков, кривошипов, пружин. Теперь рабочим столом мастеров-астрономов может стать вся Солнечная система. Она сама напоминает механизм, где вокруг центрального колеса – Солнца – равномерно обращаются сотни самых разных «зубчатых колес»: больших планет, астероидов, комет. Пусть планетарный механизм давно отлажен, можно придумать, какое из колес «толкнуть», чтобы наша Земля – заурядная деталь – сдвинулась, не нарушив слаженный ход всей системы.

Тут, прежде всего, важен расчет. Начнем его с постановки

задачи. Известно, что через 6,3 миллиарда лет светимость Солнца возрастет в 2,2 раза. В то же время, если увеличить радиус земной орбиты в полтора раза, то планета по-прежнему будет получать столько же световых лучей, сколько и теперь. Как же достичь этой орбиты? Для этого, как посчитали, придется затратить огромное количество энергии – 8,7 × 1032 джоулей. Рядом с этой цифрой даже возведение пирамид кажется забавой жонглера.

Если бы Земля была ракетой, если бы ее оснастить ракетными двигателями… Подобная идея, кстати, приходила в голову новым архимедам, готовым сдвинуть Землю без всякой «точки опоры», но уж очень она опасна. Лучше довериться движителям, испытанным Природой, – законам Ньютона и Кеплера. Эти влиятельные формулы могут воплотиться для нас в образе астероида или кометы. Те и другие пригодны для astronomical engineering, «космической кройки» – искусства нового тысячелетия.

Между Юпитером и Марсом протянулся пояс астероидов. Множество малых планет снует здесь, иногда уклоняясь к Юпитеру, а то и к Земле. Все это дано «инженерам от астрономии» для своих опытов. Лучше всего им подошло бы небесное тело диаметром 100 километров. Его масса составляет 1022 граммов. Такой небольшой объект можно и впрямь оборудовать двигателями и направить в сторону Земли. Либо следует сбить его с курса серией направленных взрывов. Пролетая близ нашей планеты, он отдаст ей часть своей энергии – до 1027 джоулей. При этом радиус Земли увеличится примерно на тридцать километров.

Конечно, это немного, но ведь мы стронули с места «колесико», и, перекатываясь по небосводу, оно вновь и вновь будет возвращаться к Земле. Через каждые 6000 лет, по расчетам ученых, на расстоянии 10 тысяч километров от Земли станет проноситься астероид. Всякий раз нашу планету будет отбрасывать в сторону – словно волной пловца, мимо которого промчался катер. Примерно через шесть миллиардов лет Земля окажется на расчетной орбите – к этому времени раз и навсегда потревоженный астероид промчится мимо нее миллион раз.

В принципе, подобные маневры в чести у космических конструкторов. Еще в конце 1970-х годов, когда стартовал межпланетный зонд «Вояджер-2», его маршрут был рассчитан мастерски. Каждая планета, мимо которой пролетал зонд, словно «перекидывала» его к следующей планете. Гравитационное поле каждой из них придавало ему дополнительное ускорение.

Но одно дело раскачивать в космической пустоте небольшой летательный аппарат и другое дело – целый астероид, чье

случайное падение может погубить жизнь на Земле. Да и легко ли сдвинуть его с места?

В распоряжении, прозвучавшем ранее: «Отдать 1027 джоулей энергии», нет и намека на то, что выполнить это очень трудно. Сказано мимоходом – словно просьба переставить в комнате стул! На самом деле мы не можем не понимать, какие громадные стихии вводим в игру. Чтобы наделить астероид таким количеством энергии, надо взорвать близ него почти 250 миллиардов атомных бомб, причем мощность каждой должна быть равна одной мегатонне, – это в 10 миллионов раз больше всего запаса ядерного оружия на нашей планете. Неужели, чтобы свершить этот план, все заводы должны перейти на выпуск атомных бомб? Ей-богу, прежде чем мы накопим такой невероятный арсенал оружия, оно – по всем законам драматургии – начнет взрываться у нас на Земле!

Нет, до взрывов дело не дойдет. Источником энергии станет мощный ядерный реактор. Сырьем послужит дейтерий (тяжелый водород). Сколько же надо сырья? Чтобы получить столько дейтерия, надо растопить ледяную комету диаметром около 100 километров. Еще двадцать астероидов такого же размера будет израсходовано ради добычи лития – он нужен при производстве трития, еще одного изотопа водорода.

И ведь это побочная проблема! Самое главное, как вмешаться в тончайший небесный механизм, не повредив его! Неожиданное движение астероида заставит отклониться и другие соседние планеты. По расчетам Корикански, радиус орбиты Юпитера, например, уменьшится после этого «космического футбола» на 1,5 миллиона километров. Придется постоянно корректировать орбиту астероида и для этого направлять его все ближе к Юпитеру или Сатурну. Как это получится, можно лишь гадать.

А что станется с Луной?! Двинувшись в сторону от привычной орбиты, Земля может потерять Луну. Это приведет к катастрофе. Ведь именно Луна стабилизирует климат на нашей планете. Чтобы не лишиться ее, надо будет все чаще направлять к Земле астероид или же удерживать его дальше от нашей планеты, невольно замедляя бегство из опасной части космоса.

И все-таки это не безнадежное предприятие. Это – дело будущего! «Никто не требует, чтобы задуманное непременно было выполнено, – подчеркивает автор идеи. – Кто угадает, что еще придумают наши потомки! Зато мы точно знаем, что Солнце со временем станет светить все ярче, и тогда придет пора действовать».

Пока возраст у космонавтики младенческий. Мы только учимся подолгу оставаться в стороне от своей колыбели – на

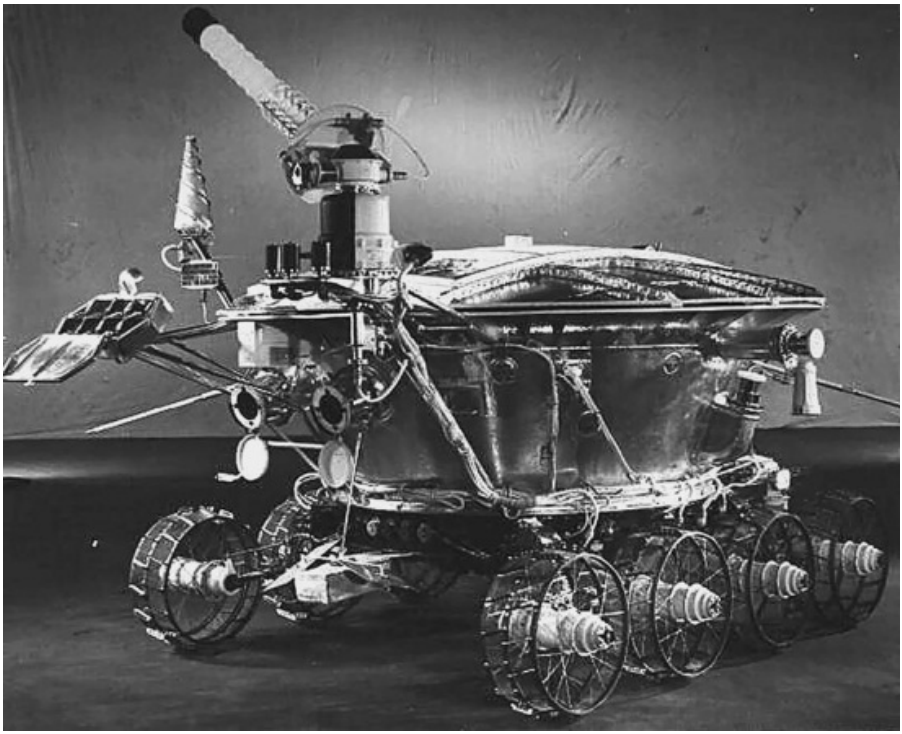
околоземной орбите, – а уже мечтаем о том, как будем править целыми небесными телами, словно игрушечными машинками! Впрочем, можно и не замахиваться на эти грандиозные дела – можно выбрать что-то попроще, не сдвигая напропалую планеты, как стулья в комнате, где затеваем уборку. Можно заставить работать на себя те астероиды, что и так пересекают орбиту Земли. Можно отправиться на окраину Солнечной системы и доставить оттуда большое количество льда и руды, переправив их не на Землю, а, например, на Марс. «Быть может, наши потомки воссоздадут там условия, напоминающие земные, и обустроят на этой планете свои обширные колонии», – этой фразой Дональд Корикански лишний раз указал, в каком направлении будет развиваться космонавтика.

Как родилась Луна?

Вплоть до начала 2000-х годов рассматривалось несколько основных сценария происхождения Луны.

Наша «небесная соседка» могла сформироваться из того же газопылевого облака, что и Земля. Эту идею отстаивала, например, советская исследовательница Евгения Рускол. Луна и Земля возникли одновременно, образовав двойную планетную систему. Но почему тогда рядом с Марсом и Венерой не появилось своей Луны? Непонятна и аномалия железа: Земля содержит почти 35 % железа, Луна – всего 5 %. На Луне почти нет легкоплавких металлов. Очень заметно разнятся плотности обеих планет. Для Луны этот показатель составляет 3,3 грамма на кубический сантиметр, а для Земли – 5,5.

По другой гипотезе, Луна могла оказаться крупным астероидом, который случайно сблизился с Землей и был захвачен ею. В 1962 году такое предположение выдвинул американский геофизик Гарольд Юри. Однако сама по себе вероятность такого захвата почти равна нулю. Еще страннее было объяснить, почему изотопный состав лунных пород, – а в середине 1960-х – начале 1970-х годов советские автоматические станции и американские астронавты доставили на Землю большое число образцов лунного грунта, – так схож с составом верхних слоев нашей планеты. Именно эта схожесть убедила ученых в том, что происхождение Луны и Земли одинаковое.



Луноход-1 – первый советский исследовательский робот. Был доставлен на поверхность Луны 17 ноября 1970 г.

Вот и третий сценарий. Луна «отделилась» от Земли после столкновения нашей планеты с другим крупным небесным телом. Теперь большинство астрономов склоняются именно к этой гипотезе. На момент катастрофы Земля (точнее говоря, Протоземля) достигла 90 % своих нынешних размеров. Она уже обладала железным ядром, как и неизвестная планета, столкнувшаяся с ней. Большая часть ядра этого «космического молота» слилась с ядром Земли. А вот мантия и кора были отброшены после этого удара и, оказавшись на околоземной орбите, постепенно соединились друг с другом, образовав новую планету – Луну, которая расположилась на расстоянии в 20–30 тысяч километров от поверхности Земли. Значительная часть земной коры также была снесена этим ударом и пошла на «строительство» Луны. Это случилось 4,527 миллиарда лет назад.

Впервые гипотезу «Большого удара» независимо друг от друга выдвинули в 1975–1976 годах две группы американских астрономов: Уильям Хартман и Дональд Дэвис из Института планетарных исследований в Тусоне (Аризона), а также Альфред Камерон и Уильям Уорд из Гарвардского центра астрофизики (Массачусетс). Они обосновали ее разными способами, но в итоге пришли к очень схожему результату.

В 1980-е годы этот необычный сценарий стал завоевывать

популярность, поскольку все больше фактов говорило о том, что Земля вскоре после своего рождения столкнулась с небесным телом величиной с Марс. Например, это объясняло, почему Луна содержит так мало железа. Разбившаяся планета в конце концов получила название Тейя (Фея).

Столкновение двух крупных небесных тел было поистине катастрофой космических масштабов. Поверхность нашей планеты, раскалившись до 4 тысяч градусов, превратилась в кипящее месиво. Сразу после удара Земля в течение часа светилась ярче Солнца. Огромное облако пыли взметнулось над ней; постепенно оно сгущалось, сливаясь с обломками Тейи. Из этой пыли, из этих бесчисленных глыб и камней и образовалось новое небесное тело – Луна.

Появившаяся в начале 2000-х годов компьютерная модель (ее автор – американский астрофизик Робин Кануп) свидетельствовала, что Земля во многом выиграла от той коллизии, не только «приобретя» Луну, но и значительно увеличившись в размерах. Железное ядро Тейи пронзило поверхность нашей планеты и слилось с земным ядром. Что же касается Луны, то расчеты показывали, что она могла возникнуть из обломков Тейи за несколько сотен, в крайнем случае, тысяч лет.

В то время ее поверхность представляла собой океан расплавленной магмы. Постепенно он остыл. Под действием гравитации вещество Луны перемешалось, и она оказалась затянута корой из легких минералов. Более тяжелые породы, содержащие железо и магний, опустились в ее недра, а такие легкоплавкие металлы, как натрий и калий, почти полностью испарились. Теперь Луна примерно на 80 % состоит из обломков той разбившейся планеты с небольшим добавлением материалов, «вырванных» с поверхности нашей планеты.

Очевидно, все это время в окрестности Земли и Луны кружило множество затвердевших глыб. Они еще долго падали на поверхность обеих планет. По оценке Дэвида Кринга из Аризонского университета и Барбары Коэн из Гавайского университета, только на Земле должно было образоваться до 22 тысяч кратеров диаметром более 20 километров. По меньшей мере сорок из них должны были иметь диаметр свыше 1000 километров, а несколько – свыше 5000 километров. Впрочем, вследствие происходивших на нашей планете геологических процессов – движения литосферных плит, а также эрозии – все эти кратеры давно исчезли с поверхности Земли.

Однако и эта гипотеза не могла сразу объяснить некоторые особенности химического состава Луны, например, очень

заметное сходство между изотопами кислорода, встречающимися как на нашей планете, так и на Луне. Чем вызвано это совпадение, если Луна состоит в основном из вещества другой, разбившейся когда-то планеты? Эрнст Вайхерт из Политехнического института в Цюрихе предположил, что неизвестная планета по своему химическому составу была схожа с Землей, поскольку сформировалась примерно на том же расстоянии от Солнца, что и Земля.

Но как это могло быть? Откуда взялась Тейя? Как могли в одной и той же части протопланетного облака образоваться две планеты, одна массой почти с Землю, другая – почти с Марс? Почему они не слились друг с другом гораздо раньше, неизбежно сближаемые силой гравитации? Где до поры до времени «пряталась» Тейя, укрываясь от притяжения Земли? Почему она разрослась до таких огромных размеров?

Расчеты, которые проделали недавно астрономы Джон Ричард Готт и Эдвард Бельбруно из Принстонского университета, подтвердили, что эта загадочная планета возникла почти на том же расстоянии от Солнца, что и Земля. Но долгое время «планеты-близнецы» не могли сойтись вместе. Дело в том, что в пространстве между Солнцем и Землей есть пять особых точек, в которых силы притяжения нашей планеты и Солнца взаимно уравновешиваются. Их местоположение рассчитал в 1772 году французский математик Жозеф Луи Лагранж. Небольшое небесное тело, попав сюда, будет долго кружить, не нарушая установившегося равновесия. Эти области пространства, образно говоря, называют «межпланетным Саргассовым морем».

В одной из таких точек и находилась Тейя. Однако по мере того, как планета росла, ее положение становилось все неустойчивее. К этому времени другие, более далекие от Солнца планеты превратились в гигантов. Они, особенно Юпитер, все сильнее притягивали Тейю. В конце концов гравитационные возмущения раскачали ее. Она устремилась к Земле. Столкновение было неотвратимо. Тейя медленно, но неуклонно – со скоростью порядка 14 тысяч километров в час – приближалась к Земле. В каждой четвертой компьютерной модели, созданной Готтом и Бельбруно, в результате столкновения возникало небесное тело величиной с Луну.

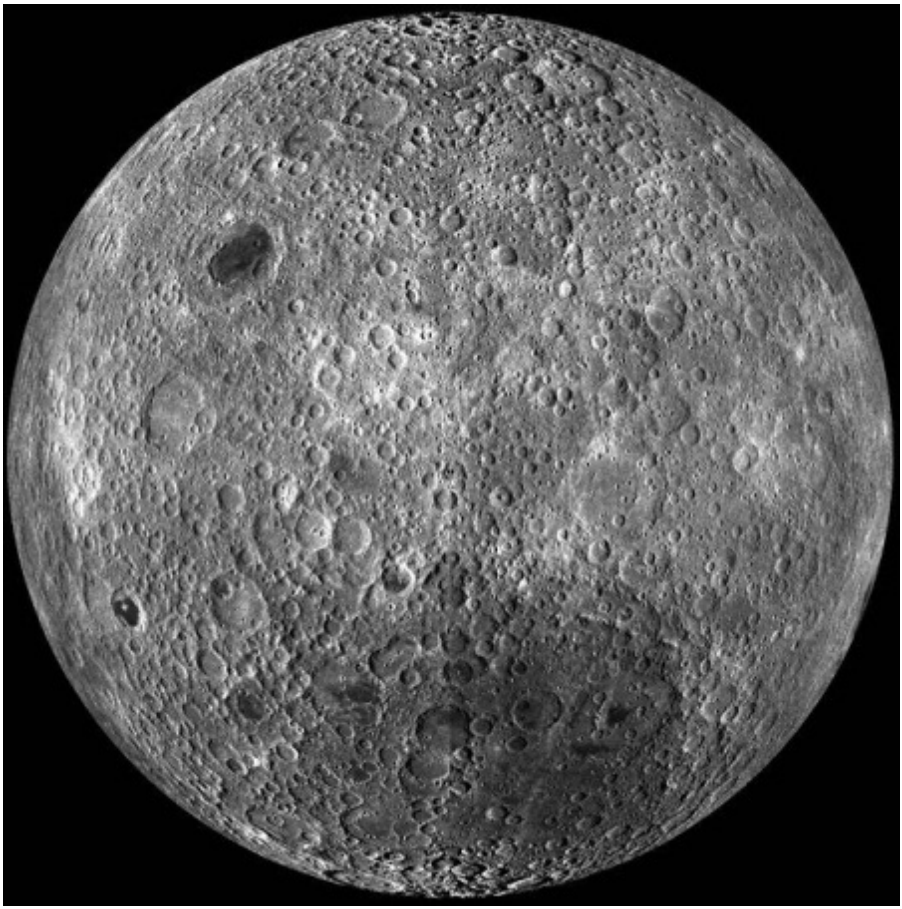
Луна уникальна еще и тем, что по своим размерам она вполне сопоставима с планетами земной группы. В принципе, мы живем на двойной планетной системе «Земля – Луна». Только одна из этих планет живая, а другая – мертвая, точно в сказке про живую и мертвую воду.

Обратная сторона Луны

Луна неизменно обращена к нашей планете одной и той же стороной. В этом нет ничего необычного, так ведут себя многие спутники планет. Обратная сторона Луны долгое время оставалась одной из главных загадок, терзавших умы астрономов, пока в 1959 году советская межпланетная станция «Луна-3» не сумела сфотографировать эту не видимую с Земли часть лунной поверхности. Она передала на Землю изображения примерно 70 % обратной стороны Луны.

Снимки немало удивили астрономов. Темная сторона Луны отличалась от ее привычного для нас обличья так же значительно, как разнятся образы людей разных рас. Видимый нами лик усеян иссиня-черными пятнами. Традиционно эти «родимые пятна» Луны – обширные впадины, покрытые застывшей лавой, – называют «морями». С обратной же стороны морей почти не было, они занимали лишь несколько процентов ее территории. Поэтому, вопреки сроднившемуся с ней эпитету «темная», обратная сторона Луны гораздо светлее видимой нами части; у нее выше альбедо, отражательная способность. Две стороны Луны не похожи друг на друга, как ночь и день, как свет и тьма. Поистине, Луна двулика.

За полвека с небольшим в гостях у нее побывали более семидесяти экспедиций, и пилотируемых, и автоматических. Астрономы неизменно убеждаются в том, что между обращенной к нам стороной Луны и ее «изнанкой» гораздо больше отличий, чем допускает статистика – случайный разброс параметров.



Обратная сторона Луны

Обратная поверхность Луны сильнее иссечена кратерами, а значит, старше видимой ее части. Если с помощью наземных телескопов мы можем заметить свыше 40 тысяч кратеров, то на обратной стороне их гораздо больше. Различен и химический состав двух половин Луны. Та ее область, что взирает на нас всенощно, изобилует радиоактивными элементами, например торием. Следы вулканической активности здесь тоже гораздо ощутимее.

Причина подобных расхождений во многом неясна. Возможно, судьбу двух половин Луны разделил один-единственный удар. Известно, что после того, как Луна образовалась при столкновении с Протоземлей некоего небесного тела величиной с Марс, вся поверхность новорожденной планеты была покрыта «океаном» раскаленной магмы, чья глубина превышала пять с лишним сотен километров.

Остывал этот океан неравномерно. «Наша» сторона Луны изобиловала радиоактивными элементами; их распад подогревал бурлившую толщу, не давал ей окаменеть. Обратная же сторона

затвердела раньше. Поначалу здесь то в одном месте, то в другом возникали каменные островки – этакое подобие «ледяных гор», айсбергов, в морях, омывающих Антарктиду. Они разрастались, соединялись друг с другом. И вот уже весь океан с обратной стороны Луны оделся камнем, как льдом.

В ту эпоху наш уголок Солнечной системы переживал один из тяжелейших периодов в своей истории. Земля и соседние с ней планеты – Марс, Венера, Меркурий, Луна – подверглись одновременной и чудовищной бомбардировке астероидами и кометами. Следы той «звездной войны», разыгравшейся около 3,9 миллиарда лет назад, и поныне носит Луна, вечно отворачивая от нас свой лик, «изуродованный многочисленными оспинами», как сказали бы в старину.

Самая крупная из этих незаживающих ран – кратер Эйткен, расположенный в районе Южного полюса Луны. Его диаметр – около 2500 километров, а глубина – почти 13 километров. Напоминают о той давней эпохе и лунные горы, взметнувшиеся ввысь на 6000 метров. В отличие от Анд или Альп, они росли не миллионы лет, а считаные секунды! Они образовались после падения на Луну громадных астероидов, несшихся со скоростью в десятки тысяч километров в час.

Пару лет назад, размышляя о древнейшей истории Луны, французские астрономы Марк Вечорек и Матьё Лефевр даже выдвинули гипотезу о том, что в пору «космической бомбежки» соседняя планета пережила удар такой силы, что совершила уникальный кульбит. По их мнению, в то время Луна взирала на Землю именно своей ярко-светлой «обратной стороной». Ход рассуждений, предварявший их гипотезу, таков. Приступая к анализу расположения лунных кратеров, мы вправе были бы ожидать, что в западной части Луны, – если смотреть с Земли, – их будет больше, чем в восточной (расчеты показывают, что их будет больше примерно на треть). Ведь эта часть Луны – можно прибегнуть к такому сравнению – ее «лобовое стекло». Сюда чаще должны врезаться метеориты, поскольку, кружа близ нашей планеты, Луна всегда устремлена вперед именно этой своей половиной. Точно так же, если развивать сравнение, к которому мы прибегли, в лобовое стекло автомобиля во время дождя попадает больше капель, чем в заднее стекло. Здесь же ожидания подтвердились отчасти. В западной части Луны действительно больше кратеров, чем в восточной, – но только молодых, тех, что образовались менее 3,9 миллиарда лет назад. С более древними кратерами получилась обратная картина. Поэтому исследователи и предположили, что около 3,9 миллиарда лет назад Луна пережила такое страшное столкновение с астероидом, что в

последующие несколько десятков тысяч лет ее развернуло на 180 градусов. С тех пор «белое» стало «темным», а Луна заняла свое нынешнее положение.

Как бы то ни было, на видимой нами стороне Луны жидкая магма еще долго изливалась сквозь многочисленные трещины в поверхностных породах и растекалась, заполняя обширные впадины. Эти темные базальтовые отложения вулканических пород и доныне остаются особой приметой нашей «ночной спутницы». Изобилие, Спокойствие, Ясность – их на Луне с лихвой хватило на целые «моря», как, впрочем, и Кризисов, Дождей, Холода. Почти треть всей видимой нами поверхности Луны покрыта морями. Почему же подобный геологический механизм не расцветил вкраплениями черных пятен «темную сторону Луны», не сделал ее «темнейшей»? Ученые не знают ответа на этот вопрос вот уже более полувека. Все, что нам остается пока, лишь догадки.

Может быть, все дело в том, что с той стороны Луны, которой она никогда не поворачивается к Земле, лунная кора более мощная? Там она вдвое толще, чем на видимой стороне Луны; там ее толщина достигает примерно 150 километров. По-видимому, магматическим потокам нелегко было пробить эту «броню», пролиться морем на твердь. Ясность должны внести новые лунные экспедиции.

В августе 2011 года планетологи из Бернского и Калифорнийского университетов предложили новое объяснение этому парадоксу. По их гипотезе, поначалу у Земли было два спутника – Луна и еще одна небольшая планета. Ее диаметр составлял 1200 километров, а масса – примерно 4 % лунной массы. Компьютерная модель показывает, что эта система просуществовала в равновесии около 100 миллионов лет, пока оба спутника Земли наконец не столкнулись друг с другом. Крохотный спутник буквально «расплющился» по обратной стороне Луны. Именно поэтому ее кора заметно толще, чем кора передней стороны.

…Исследования Луны любопытны еще и потому, что эрозионные процессы выражены там значительно слабее, чем на Земле. Там сохранилось гораздо больше свидетельств, относящихся к далекому геологическому прошлому Луны – к ее древнейшему периоду истории. У нас на Земле все эти следы прошлого давно исчезли в недрах планеты. Между тем не стоит забывать, что Луна – это часть Земли, она «родилась из ее ребра». Многое из того, что мы хотели бы узнать о «юных летах» Земли, мы могли бы спросить у Луны. Чем больше мы постигаем ее, тем больше понимаем и нашу собственную планету.

Таинственная геология Луны: магнитное поле, извержения вулканов, сейсмическая активность

Одна за другой к Луне устремляются автоматические станции. Всякий раз они прибывают к планете, которую мы, оказывается, не знаем. Мы побывали на ней, но не добыли всех ее секретов. Как ученым прошлого, жившим до покорения космоса, нам впору задаться вопросом: «Что же такое Луна?»

Например, анализ лунных камней, доставленных на Землю, показал, к удивлению многих астрономов, что они намагничены. Луна обладала магнитным полем? Обладает им? Откуда оно взялось?

Величина этого магнитного поля значительно – раз в 50 – меняется в различных областях Луны. В любом случае, по своим параметрам оно намного уступает магнитному полю Земли. Это коренится в фундаментальной разнице между природой магнетизма на обеих планетах.

На Земле оно существует повсюду, поскольку у нее есть собственная «динамо-машина», создающая это поле. Ядро нашей планеты пребывает в частично жидком состоянии. Там, на глубине от трех до пяти тысяч километров, происходит непрестанное перемешивание его расплавленного вещества. Как следствие, в ядре вырабатывается электрический ток, что и приводит к возникновению магнитного поля.

На Луне источником магнетизма является теперь ее кора, то есть поверхность планеты. Это – остаточное явление, напоминающее о далеком прошлом. Что-то вроде русла пересохшей реки, контура снесенной постройки. Генератор, создававший поле, давно приостановил работу, а лунная кора все еще сохраняет магнитные свойства.

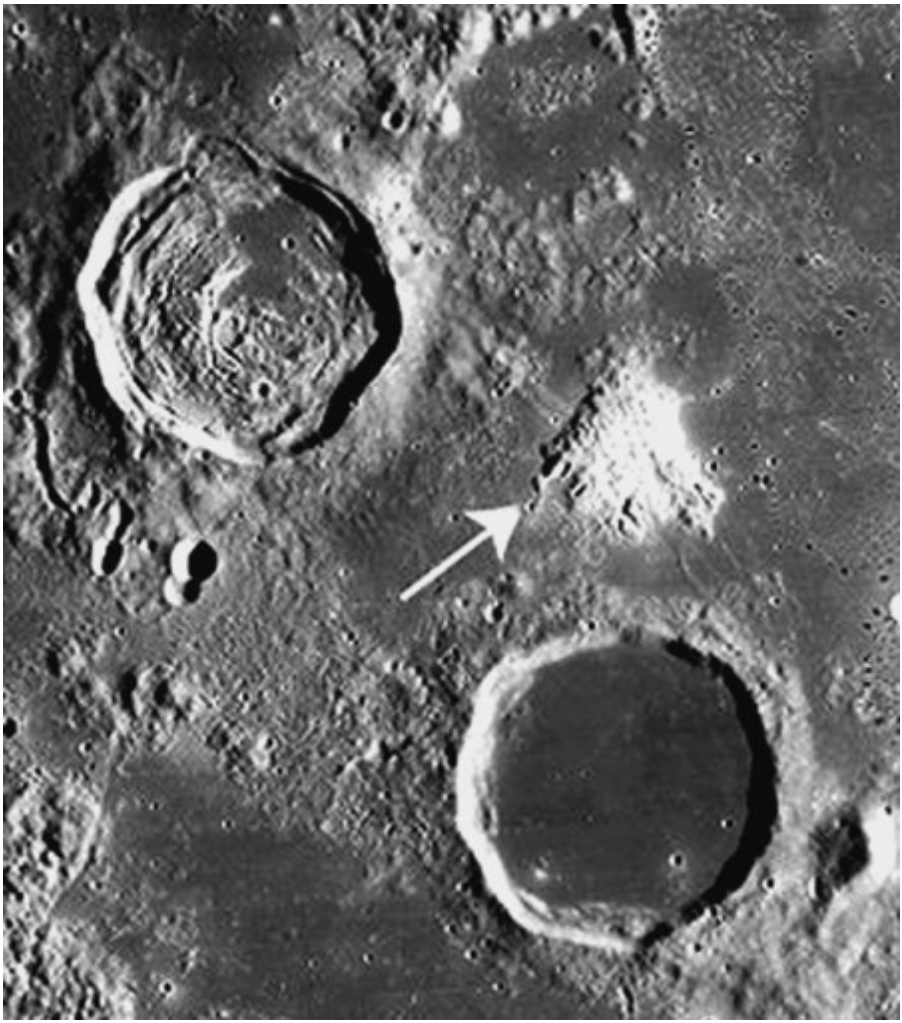


Фото лунного вулкана, снятого американской космической станцией «Лунар Орбитер IV»

Когда-то, – по крайней мере 4,2 миллиарда лет назад – недра Луны тоже были жидкими. По мере того, как она остывала, образовавшиеся породы сохраняли важную мету – остаточную намагниченность. Новейшие приборы позволяют ее выявить.

Но, может быть, ядро Луны до сих пор пребывает в жидком состоянии? Подобным вопросом продолжают задаваться некоторые исследователи. Тут догадка строится на догадке. Априори ученые считают, что Луна обладает твердым металлическим ядром, но, на самом деле само его существование окончательно не доказано. И уж понятно, что гипотеза о «жидком ядре Луны» еще менее подкреплена фактами.

Пока известно одно. Если у Луны есть ядро, то его радиус составляет от 300 до 425 километров. На его долю приходится 2–

4 % массы планеты. А вот жидкая ли она, эта сердцевинка, или давно затвердела, этого ученые на сто процентов не знают. Даже на таком крохотном участке Луны остается еще много места для различных гипотез.

На Земле вулканы встречаются повсюду, на всех континентах. А на Луне?

На протяжении почти всей своей истории Луна проявляла заметную вулканическую активность. Первые извержения начались более 4 миллиардов лет назад. Свидетельством тех событий является, например, море Дождей (оно образовалось около 3,9 миллиарда лет назад). Его темный овал занимает обширную часть северного полушария Луны. По дну этой впадины протянулись громадные лавовые потоки – они значительно длиннее, чем на Земле, хотя растекались они не по горному склону, а по равнинному участку. В отдельных случаях потоки расплавленной породы простерлись на 1200 километров, прежде чем затвердели. Очевидно, вязкость лунной лавы была гораздо ниже, чем на Земле. Лава текла как ртуть.

Следы вулканической активности на соседней планете широко распространены. Базальтовые породы покрывают до 17 процентов ее поверхности. Когда же на Луне погас последний вулкан? Ученые продолжают спорить об этом. Так, немецкий планетолог Харальд Хизенгер полагает, что в отдельных районах Луны вулканические извержения прекратились лишь около 1,2 миллиарда лет назад. С тех пор настало затишье. Лишь удары метеоритов легкими штрихами меняли рельеф Луны, исподволь перерисовывали его. Но почему эта крохотная каменная глыба, еженощно сопровождающая наши мечтания, оцепенела так поздно? Почему она бурлила на протяжении почти трех миллиардов лет? Пока об этом остается только гадать.

Внимание ученых, исследующих рельеф лунной поверхности, давно, например, привлекают странные борозды (рилли), напоминающие каналы. Некоторые астрономы полагали, что это следы водных потоков, которые проносились когда-то по равнинам Луны. В 1971 году экипаж корабля «Аполлон-15» совершил посадку близ одного из таких «каналов» – ущелья Хэдли, протянувшегося на 80 километров. Его ширина достигает почти километра, а глубина – трех сотен метров. После «полевого исследования» астрономы убедились, что по этому каньону никогда не струился речной поток. Здесь растекалась жидкая лава. Подобно ревущей горной реке, она прорыла громадное русло в толще лунной пыли. Похоже, под отвердевшей позднее коркой ее вязкий поток какое-то время еще сохранял текучесть. Ученые полагают, что в лунных недрах встречаются полости, где

по-прежнему бурлит не успокоившаяся лава.

«С геологической точки зрения, Луна мертва» – эта догма опровергнута исследователями. Американские астронавты, не раз бывавшие на этой планете, оставили там разные приборы, в том числе аппараты для регистрации сейсмической активности лунных недр.

За восемь лет на Луне было зафиксировано около 13 тысяч землетрясений (точнее уж, селенотрясений). По большей части они зарождались на глубине от 800 до 1000 километров. Сейсмические волны долго не затухали, перекатываясь по лунным недрам от одного до четырех часов. Вскоре ученые подметили любопытную особенность. Периодически активность лунных недр нарастала. Эти циклы сейсмических всплесков, наблюдавшихся на Луне, отчетливо соотносились с периодичностью ее движения вокруг Земли, то есть с месячными циклами.

Очевидно, сейсмическая активность Луны обусловлена действием приливных сил, создаваемых Землей? Ученые пока не готовы так категорично отвечать на этот вопрос. Возможно, Земля лишь оказывается той «соломинкой, что ломит верблюда»: эти сотрясения лунных недр рано или поздно произошли бы само собой; наша планета лишь ускорила неизбежное.

Но теперь, зная, почему нарастает сейсмическая активность на Луне, мы вправе задаться обратным вопросом: а не влияют ли приливные силы, создаваемые Луной, на удары подземной стихии, ощущаемые уже на нашей планете? Ведь эти силы не только управляют вечной чередой приливов и отливов в Мировом океане, но и слегка деформируют земную кору.

Так неужели крохотная Луна, которая весит-то раз в 80 меньше Земли, может вызывать настоящие землетрясения? Большинство геофизиков отрицательно отвечают на этот вопрос. Ученые не раз пытались найти взаимосвязь между чередованием приливов и отливов, с одной стороны, и сейсмической активностью нашей планеты, с другой. Убедительного ответа нет. Проведенный недавно анализ статистики сейсмической активности на Суматре, к слову, показал, что вплоть до декабря 2004 года, когда произошло знаменитое цунами, вызванное подводным землетрясением, некоторая взаимосвязь между сейсмической активностью и морскими приливами здесь наблюдалась. Но после того памятного события никакой корреляции вновь не удается заметить. И все же некоторые ученые не перестают подозревать в «тайных кознях» Луну, ласково глядящую на нас с небес, но в то же время раскачивающую воду в морях и почву у нас под ногами. Но как уличить эту «двурушницу»? И когда ее влияние бывает особенно

опасным? Мы не в силах разобраться с этим даже в повседневной жизни, хотя где только ни пытаемся приметить власть полной Луны!

Есть ли вода на Луне?

Когда мы всматриваемся в фотографии, сделанные астронавтами, побывавшими на Луне, мы видим перед собой лишь безжизненную даль. Серую пыль. Сушь. Долгое время планетологи полагали, что Луна засушливее любой пустыни, что там нет ни капли воды. Если она и попадала на лунную поверхность вместе с кометами, то давно испарилась и улетучилась в космическое пространство, поскольку в дневные часы лунная поверхность разогревается до 130 °С.

Лишь в 1990-е годы давняя догма была поколеблена фактами. Спектрометр одного из американских зондов зафиксировал над полюсами Луны водород. Некоторые ученые предположили тогда, что на дне кратеров, расположенных в окрестности полюсов, мог скопиться лед, принесенный кометами, ведь солнечные лучи никогда не заглядывают туда. Там царит вечная ночь. Так, температура на дне кратера Эрмита составляет —248 °С. По гипотезе астрономов, когда ультрафиолетовое излучение, испускаемое Солнцем, достигает льда, громоздящегося в подобных провалах, оно вырывает атомы водорода из молекул воды. Их и заметил спектрометр.

Эта гипотеза встретила немало возражений. Но недавние открытия подтверждают ее. Усовершенствованные методы анализа позволили разглядеть в «мертвых глыбах» то, что и не надеялись обнаружить ученые. Следы воды. В каменный шар Луны, припудренный пылью, словно вдохнули жизнь.

Важнейший эксперимент был проведен 9 октября 2009 года. Американский зонд LCROSS врезался в кратер Кабеус в районе Южного полюса Луны. Речь шла о запланированном маневре – о поиске воды таким необычным способом. Если бы в облаке пыли, взметнувшемся над планетой, были капли воды, они вряд ли ускользнули бы от внимания астрономов.

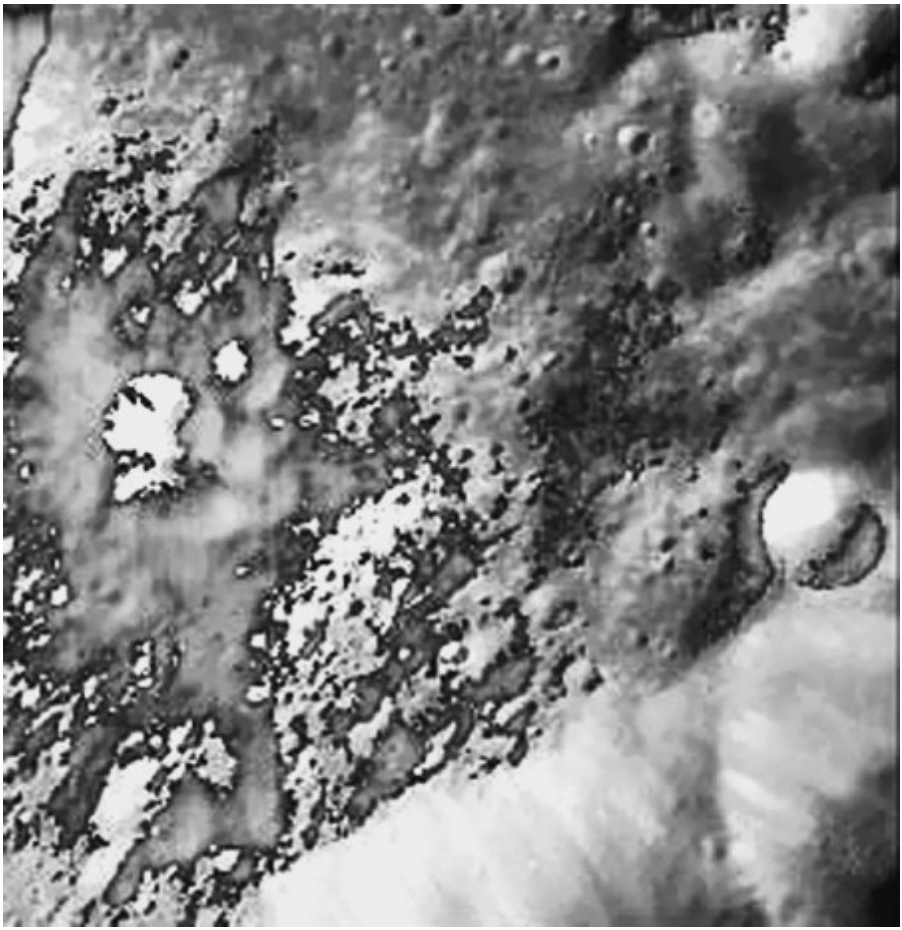
Год спустя была обнародована подробная статистика эксперимента. Как сообщил в октябре 2010 года журнал «Science», дно кратера Кабеус примерно на 5,6 % состоит из водяного льда. Среди 4–6 тонн материала, разметанного взрывом, приборы зафиксировали примерно 155 килограммов водяного пара.

Откуда же на Луне взялась вода? Как часто пополняются ее запасы? Только ли в кометах дело? Ряд астрономов полагает, что здесь регулярно выпадают своего рода осадки. Вот как это можно представить себе. Над Луной, практически лишенной атмосферы, постоянно веет солнечный ветер. Он приносит сюда положительно заряженные ионы водорода. Соединяясь с атомами

кислорода, содержащимися в лунном грунте, они образуют молекулы воды, пополняя ее запасы, которых, очевидно, немало на Луне. Впрочем, весной 2010 года в лабораторных условиях так и не удалось воспроизвести этот процесс. Похоже, верх берут сторонники другой гипотезы, которые считают, что на поверхность Луны непрестанно оседают «микрокометы» – пылинки, пропитанные льдом.

Запасов воды на Луне больше, чем могли предположить даже оптимисты. Очень любопытные сведения собрал индийский зонд «Чандраян-1», отправившийся к Луне в октябре 2008 года. В частности, он составил карту минералов, характерных для лунной поверхности.

Так, в полярных регионах и некоторых других областях планеты обнаружились минералы, содержащие молекулы воды и гидроксильных групп (H2O и OH). Очевидно, в лунном грунте тоже содержится водяной лед. Это открытие было сделано в конце 2009 года, но даже тогда ученые осторожно предположили, что количество воды на Луне весьма невелико. «Когда мы говорим о запасах воды на Луне, мы имеем в виду не моря или океаны, даже не лужи», – подчеркнул американский астроном Карл Питерс. Нет, речь идет о молекулах воды, которые присутствуют в верхнем слое лунного грунта – слое толщиной всего в несколько миллиметров. По первоначальной оценке, в горных породах Луны одна молекула воды приходилась на миллиард других молекул.



Снимок лунного кратера, обработанный в лаборатории НАСА. Темные пятна в левой части отмечают минералы, предположительно содержащие воду

Отдельный разговор – о полярных регионах. Здесь мы имеем дело с настоящим льдом. В начале 2010 года, анализируя сведения, переданные ранее зондом «Чандраян-1», американские ученые обнаружили огромные запасы водяного льда близ Северного полюса Луны. Лед скопился на дне сорока здешних кратеров, чей диаметр составляет от 1,6 до 15 километров. По оценке ученых, речь может идти о 600 миллионах тонн льда. Очевидно, именно с полярных регионов начнется освоение первой доступной нам планеты в бескрайнем космическом пространстве. «Теперь мы можем с определенной долей уверенности сказать, что люди могут длительное время оставаться на Луне», – так прокомментировал это открытие один из его авторов, американский астроном Пол Спудис.

А уже через несколько месяцев на страницах журнала «PNAS» («Proceedings of the National Academies of Sciences») был

опубликован отчет Фрэнсиса Маккаббина и его коллег из Института Карнеги. Они проанализировали образцы лунных пород, доставленные на Землю американскими астронавтами, участниками программы «Аполлон». Из статьи явствовало, что воды на Луне в сотни (а может быть, и в тысячи) раз больше, чем считалось прежде. Возможно, она встречается всюду, а ее содержание составляет примерно 5 молекул воды на миллион других молекул.

Внимание этих исследователей привлекли апатиты, образовавшиеся при кристаллизации магмы (долгое время после своего возникновения Луна была покрыта целым океаном жидкой магмы). А поскольку этот процесс может происходить лишь в присутствии воды, ученые предположили, что вода на Луне была всегда – с самого ее рождения. В таком случае она играла важную роль и в вулканических извержениях, бушевавших на Луне в далеком прошлом. На Земле, когда раскаленная лава минует породы, содержащие воду, та моментально испаряется, превращаясь в пар, и тогда наблюдаются особенно мощные извержения. Быть может, подобное происходило и на Луне.

Существенный недостаток этой работы заключается в том, что ее выводы основаны лишь на анализе… двух образцов лунной породы, доставленных на Землю. Оппоненты справедливо замечают, что для того, чтобы определить количество воды на Луне, нужно исследовать куда большее число образцов.

Вскоре со страниц журнала «Science» последовала резкая отповедь. Ученые из университета штата Нью-Мексико в Альбукерке, в частности, геохимик Закари Шарп, решительно отвергли выводы коллег из Института Карнеги. Из расчетов Шарпа явствует, что содержание водорода в лунных недрах примерно в 10—100 тысяч раз ниже, чем на Земле. Вода – это продукт реакции водорода с кислородом. Нет водорода, нет и воды.

Что же касается следов воды, которые обнаружены – несколько десятилетий спустя! – в пробах, доставленных астронавтами, их наличие можно объяснить тем, что пробы были загрязнены уже здесь, когда их исследовали. Так создалось впечатление, что недра Луны изобилуют водой.

Особый скепсис вызвало известие о том, что вода на Луне была всегда. Почему она не превратилась в пар и не улетела в космическую даль в пору бурного рождения Луны – при столкновении с Землей страдалицы-планеты Тейи? Принято считать, что при той космической катастрофе все легкие и летучие элементы, в том числе вода, испарились. Но, может быть, не вся вода улетучилась? Или же за многие десятки миллионов

лет, минувших с первого дня творения Луны, кометы, падавшие на нее градом, успели нанести немало воды – достаточно, чтобы наши приборы заметили ее следы?

Стоит добавить, что, как ни пессимистичен в своих выводах Шарп, он не отрицает очевидного. На дне глубоких лунных кратеров имеются запасы водяного льда, и, возможно, они велики. Эта вода станет важнейшим ресурсом для будущих колонистов Луны.

Загадочные вспышки на Луне

Мы привыкли считать Луну мертвой пустыней. Однако некое подобие жизни странно мелькает здесь. Такие явления подмечали исстари.

Так, 18 июня 1178 года пятеро англичан из Кентербери удивленно смотрели на то, как лунный серп, «яко же огонь», воссиял и заискрился: «И зачали раскутаться искры». Монах Гервазий зарисовал увиденное, и потому память об этом зрелище донесена нам через века.

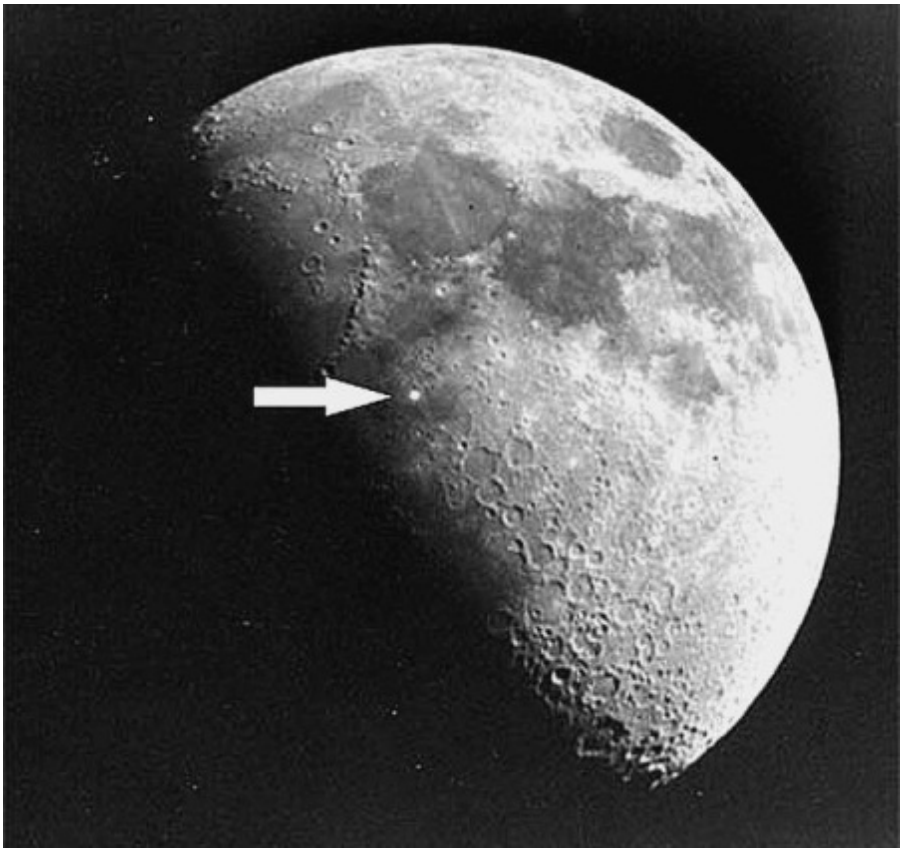
В апреле 1787 года Уильям Гершель, наведя телескоп на темную часть лунного диска, заметил красные пятнышки в одном из кратеров. Их россыпь напоминала извержение вулкана. Три года спустя он разглядел на Луне более полутора сотен красных искорок.

В 1822 году два английских астронома-любителя вновь обнаружили в кратере Аристарх – именно с ним были связаны все упомянутые явления – некие светящиеся пятнышки.

Странные узоры продолжали красить лик Луны и впредь. То по ней пробегали клубы розовой и фиолетовой дымки, то вспыхивали молнии или загорались снопы искр. Эти феномены наблюдались лишь изредка. Они получили название «Lunar Transient Phenomena». Обширный их перечень приведен в книге харьковского астронома Алексея Архипова «Неразгаданные тайны Вселенной», выпущенной издательством «Вече». Отмечено уже более полутора тысяч подобных вспышек.

Некоторые из них длились миллисекунды, самое большее, пару секунд. В других случаях всё продолжалось часами. Заметно разнится и площадь участков Луны, охваченных этими феноменами. Порой это всего лишь точка, сверкнувшая на поверхности Луны, порой – обширная территория, достигающая в поперечнике многих километров.

Некоторые ученые полагают, что, как и в случае с «марсианскими каналами», речь идет об оптическом обмане, вызванном, например, тем, что глаз человека, длительное время наблюдающего в телескоп за Луной, устает, и тогда кажется, что какой-то участок поверхности, например, «вот этот кратер», вдруг начинает ярче светиться или меняется его цвет. Другие скептики считают, что наблюдатели принимают за вспышку отраженный солнечный свет. Третьи говорят о дефектах оптики телескопов, а то и о самолете или спутнике, мелькнувшем на фоне лунного диска.



Снимок таинственной вспышки на поверхности Луны

В ноябре 1958 года очевидцем вспышки в кратере Альфонс стал советский астроном Николай Козырев. Он же впервые провел спектральный анализ этого источника света. В его спектре обнаружился молекулярный углерод. По-видимому, тот выделялся из недр Луны.

Тогда же Козырев предположил, что таинственное свечение может быть связано с не вполне прекратившейся вулканической активностью Луны. По его мнению, многие лунные кратеры возникли не в результате падения метеоритов, а вследствие извержений вулканов. Однако позднее было доказано, что большинство кратеров на Луне образовалось очень давно – около 4 миллиардов лет назад, когда Луна, как и Земля, подверглась форменной бомбардировке. Впрочем, о природе кратера Альфонс (он достигает в поперечнике 117 километров, а его глубина составляет 2,7 километра) ученые продолжают спорить – образовался ли он после удара метеорита или в результате вулканической деятельности.

Исследования, проделанные Козыревым, стали научной сенсацией. Многие астрономы и теперь поддерживают его

гипотезу. В принципе Луна давно остыла, и никаких действующих вулканов там не должно быть. Однако в ее недрах могут существовать отдельные магматические очаги. Время от времени оттуда на поверхность планеты вырываются вулканические газы. Они сметают слой реголита – лунной пыли. Эта пыль несколько светлее твердой породы. Она выделяется на ее фоне, а потому окраска поверхности моментально меняется.

В пользу этой гипотезы говорит то, что загадочные вспышки наблюдаются лишь в окрестности нескольких кратеров. Почти треть всех отмеченных в научной литературе случаев вспышек на Луне связана с кратерами Аристарх и Платон. Критики, впрочем, говорят, что эти объекты очень приметны, а потому и астрономы, и особенно любители, чаще всего нацеливают телескопы именно на них. Где наблюдают – там видят!

Кратер Аристарх – это один из наиболее известных лунных кратеров, «самое таинственное место на Луне», как его порой называют. Его диаметр достигает 40 километров, а глубина – 3,7 километра. Он находится в северо-западной части Луны. Это один из самых ярких здешних объектов, его можно разглядеть даже невооруженным глазом. Если же рассматривать его в телескоп, то кажется, что он сверкает на фоне соседних, более темных участков. Расположен он в той области Луны, где довольно заметны следы былой вулканической активности, видны, например, многочисленные борозды и желобки.

В 1960 году свои доводы предложили советские астрономы Константин Станюкович и Виталий Бронштэн. По их мнению, вспышки вызваны падениями метеоритов. Порой эти удары бывают так мощны, что из недр Луны вырывается поток газов, обволакивая место падения, а еще столп пыли, перемешанной с каменьями. Унесенная взрывом пыль – так вот что такое вспышки и блики, видимые на Луне? Похоже, эта гипотеза может объяснить часть наблюдаемых явлений.

Иногда метеориты оказываются не при чем. Под собственной тяжестью оползает стена кратера. Над ней опять веет облако пыли. Чаще всего эти явления наблюдаются в том же кратере Аристарх – там, где Луна ближе всего к земному шару, а значит, сила его притяжения максимальна. Мощная гравитация Земли сминает лунную породу; стены кратера вновь и вновь осыпаются; его впадина растет.

Примечательно и то, что с западной стороны кратера Платон его край на участке протяженностью около 15 километров сполз вниз. Дно этого кратера диаметром 101 километр, а глубиной около километра, как и поверхность лунных морей, покрыта застывшей базальтовой лавой.

У исследователей этого феномена есть еще одно объяснение. В тех районах Луны, где издавна замечали вспышки, астронавты, участвовавшие в «лунной программе» США, зафиксировали выделение из недр планеты радиоактивного газа – радона, а это свидетельствует о продолжающейся там геологической активности.

Как полагают американские астрономы Арлин Кроттс из Колумбийского университета и Питер Шульц из университета Брауна, между этими выбросами газа и таинственными вспышками есть прямая связь. Просачиваясь сквозь трещины в горных породах, струи газа достигают поверхности Луны, покрытой слоем реголита. Какое-то время газ скапливается под толщей пыли, но потом, когда его собирается слишком много, происходит своего рода взрыв, и весь скопившийся газ улетучивается. Поднятая взрывом пыль несколько минут держится над поверхностью Луны, прежде чем снова осесть. Солнечные лучи освещают это облако, оно мерцает и переливается. Этот феномен, считают Кроттс и Шульц, и принимают за «таинственные вспышки». По их оценке, взметнувшееся на Луне облако пыли площадью несколько квадратных километров можно наблюдать с Земли в течение 10 минут.

Насколько хороши все эти объяснения? Новейшие технологии позволили возобновить поиск подоплеки загадочных лунных феноменов. С 2008 года Арлин Кроттс и Питер Шульц ведут пристальное наблюдение за этими вспышками. Каждые 20 секунд их телескопы фотографируют видимую нами поверхность Луны, а компьютеры анализируют любые изменения яркости или окраски тех или иных участков планеты. Этот педантичный сбор информации позволит наконец, считают ученые, однозначно прояснить, как возникают вспышки на Луне. Или, может быть, все это нам лишь привиделось?

Влияет ли Луна на нашу жизнь?

В силу полной Луны верят с давних времен. Анналы истории хранят удивительные рассказы о том, как ночное светило вмешивалось в жизнь целых народов, решая исходы битв, играя царствами, как причудливым узором тени, покрывшей землю. Вот одно из таких преданий, связанных с чародейкой-луной.

В 490 году до нашей эры персидский царь Дарий повел войска на Грецию. Когда грозная армия монарха приблизилась к Афинам, жители города обратились за помощью к Спарте, с которой заранее условились об этом. Казалось, только Спарта, самая сильная в военном отношении держава Эллады, сумеет защитить стены Афин от неминуемого разорения. Ее правители, и верно, сдержали слово. Спартанцы прибыли на помощь, чтобы прогнать непрошеных чужеземцев из Марафонской долины, где должно было состояться важнейшее сражение. Вот только они явились, когда их никто уже не ждал, когда битва завершилась. Что же помешало им вовремя ринуться в бой?

Луна! Спартанцы отказывались начать сражение до того, как наступит ближайшее полнолуние. Таинственная власть Луны должна была послужить им оплотом в битве. Луна, могущественным знамениям которой они с истовой верой следовали, и впрямь защитила их от неудачи, но лишила и триумфа.

Итак, в канун решающей битвы, определявшей, быть ли Элладе свободной, действия спартанцев были, мягко говоря, неожиданными. Они ответили афинянам, что выступят в поход лишь после полнолуния, ибо справляют праздник в честь богов. Жаль, что они не обратились к персам с просьбой повременить до прихода полной Луны и не высаживаться на злосчастный афинский берег!

Историки давно спорят о подлинных мотивах спартанского ответа. Что это, религиозное рвение или отговорка? Предательство или покорность року? Интересно, как вели бы себя спартанцы, если бы персидский флот подошел к берегам их отечества? Отказались бы защищать родную столицу, потому что боги воспрещали им браться за оружие? У историков остается одно объяснение: в Спарте не были готовы к такой скорой развязке и оттягивали время, чтобы собраться с силами.

Или все же спартанцы так доверяли Луне, что судьбу своей отчизны и свои жизни вручили ее произволу, не решаясь даже защитить себя, пока Луна не подаст спасительный знак? Вот и афиняне, кажется, благосклонно отнеслись к оправданиям

спартанцев, хотя сами победили персов, не полагаясь на помощь Луны.

Спартанцы были отнюдь не одиноки в трепетном почитании ночного светила. На протяжении тысячелетий люди поклонялись Луне и чутко ловили любые знаки, поданные ей, как свидетельствуют мифы и легенды разных народов мира.

А что сегодня? Многие по-прежнему верят в силу полной Луны даже в наш рациональный век. Но что может сказать наука о влиянии Луны на земную жизнь? Как отражается ее активность на судьбах всего живого?

Многое до сих пор неясно. Четко известно лишь одно: если бы Луна не стабилизировала земную ось, то наша планета покачивалась бы как юла. Земля стала бы, по расчетам американского физика Нила Коминса, весьма неприглядным уголком. Сутки здесь длились бы всего восемь часов. Животным и растениям приходилось бы приспосабливаться к быстрому чередованию дня и ночи, и не все виды, населяющие планету сегодня, оказались бы к этому готовы. Тем более, что жизненный ритм некоторых животных четко соотнесен с чередованием фаз Луны. Например, морские черепахи выбираются на берег, чтобы отложить яйца, сразу после полнолуния или новолуния, когда приливы особенно высоки (напомним, периодические подъемы и опускания уровня океанов и морей вызываются силами притяжения Солнца и, прежде всего, Луны). Некоторые виды ночных мотыльков откладывают яйца, наоборот, когда Луна на ущербе – когда ее яркость снизится до определенной величины. Луна регулирует жизненную активность всех этих видов, является календарем, с которым они сверяют свои планы и намерения. Но, может быть, так обстоит дело и с человеком?

На протяжении тысячелетий люди поклонялись Луне и чутко ловили любые знаки, поданные ею, как свидетельствуют мифы и легенды разных народов

Пока ученые продолжают спорить о том, как отражается чередование различных фаз Луны на организме человека и его поведении. Вера в то, что такое влияние есть, у многих людей очень сильна. Особенно устойчиво представление о том, что полная Луна неизменно вмешивается в нашу жизнь, в чем-то придавая нам силы, а в чем-то мучая, изводя нас. Так, традиционно считается, что в полнолуние больше детей появляется на свет – но и чаще происходят аварии на дорогах, возрастает количество самоубийств, совершается больше преступлений. Когда-то в Англии даже снисходительнее относились к преступникам, если они творили свои злодейства в

полнолуние, когда помутиться может даже здравый рассудок. Недаром латинское слово luna в английском языке породило слово-диагноз – lunacy, «безумие». В этом лингвистическом парадоксе и поныне ощущается убежденность в том, что человек не способен противиться власти полной Луны. Ее чары коварно лишают нас сил и ума.

Особенно распространена уверенность в том, что в дни полнолуния люди хуже обычного спят. Однако ученые не так категоричны. Яркость Луны составляет всего 0,2 люкса, это меньше, чем яркость обычной свечи, поясняют они. Столь слабый свет не может оказать никакого физиологического воздействия на человеческий организм. Даже лунатики, по опыту врачей, не так уж зависят от «коварного» света Луны. Можно легко установить, что они реагируют на любой источник света, помешавший им спать. В наши дни вывести лунатика из равновесия может и назойливая реклама за окном. Раньше этим раздражающим сигналом в самом деле мог быть свет полной Луны. И стоило лишь раз поверить в то, что Луна не дает спать, как эта догадка вновь и вновь начинала подтверждаться – срабатывало самовнушение. Ведь тот, кто верит в это, уже готовится к тому, что сегодня полнолуние и, значит, опять не удастся выспаться. Язвящие лучи Луны доберутся сквозь оконное стекло и, словно барабанная дробь, будут снова будить несчастного.

«Люди легко и охотно запоминают события, приключившиеся с ними в полнолуние, и вытесняют из памяти те же самые события, если они происходят в любой другой день», – отмечает социолог Эдгар Вундер из Гейдельбергского университета. За последние годы он проверил результаты около тысячи исследований, в которых изучалось влияние различных лунных эффектов на организм человека. Как оказалось, среди них нет ни одной научной работы, в которой достоверно, с методологической точки зрения, доказывалось бы, что человеческий организм подвержен влиянию Луны. «Это не значит, что Луна никак не влияет на нас, это лишь означает, что нет ни одного убедительного доказательства, что такое влияние есть».

Словно в насмешку над признаниями ученых, необычайной популярностью стали пользоваться в последние годы всевозможные лунные календари. В них по фазам Луны расписано, когда надо сажать лук и собирать морковь, когда – подстригать волосы или пломбировать зубы. По наблюдению того же немецкого социолога, многие из тех, кто выполняет все предписания этих календарей, испытывают прилив уверенности. Они нашли правила, по которым следует поступать в такой запутанной и хаотичной жизни. Теперь они веруют, что рано или

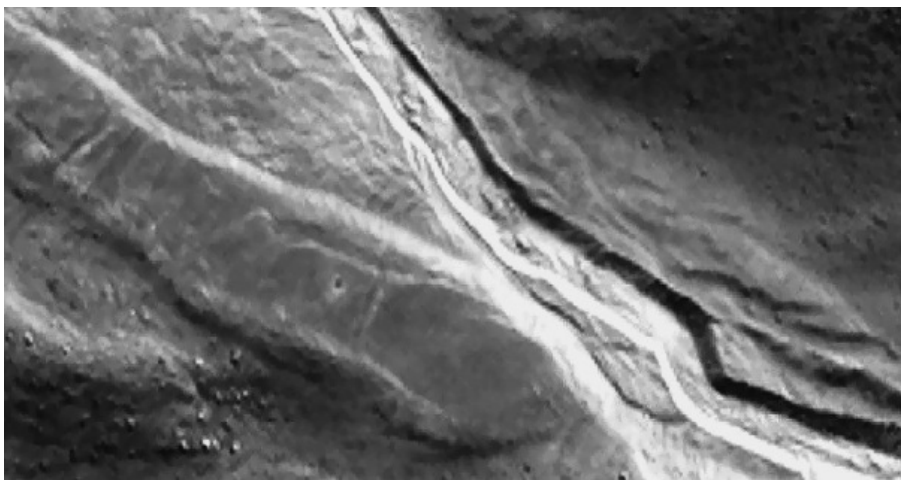
поздно их поступки вознаградятся сторицей. Подобно спартанцам, «прозевавшим» сражение, но победившим в войне, они так же надеются, что все их начинания будут успешны. И ведь часто – как часто! – всё так и бывает, как они веровали. Вот она, сила полной Луны – не на небесах, а в умах!

Исчезнувшие реки Марса

«Тревожные сообщения поступают с Марса. Планету поразила глобальная засуха. Последние реки и озера испаряются. Обитающим здесь организмам грозит вымирание. Лишь талая вода полярных ледников может спасти хотя бы часть марсиан от гибели. В отчаянии они роют громадные каналы, по которым вода должна поступать из полярных районов в экваториальные области».

Подобная сводка новостей отнюдь не почерпнута из научно-фантастического романа времен Герберта Уэллса и Алексея Толстого. Нет, именно так сто лет назад представляли себе события, происходящие на Марсе, некоторые астрономы и, прежде всего, американец Персиваль Ловелл. Он самолично открыл на этой планете шесть сотен каналов (первым их заметил в 1877 году итальянский астроном Джованни Скиапарелли).

Давно признано, что каналы, так взволновавшие на рубеже XIX–XX веков и ученых энтузиастов, и доверчивую публику, были… оптическим обманом. Поразительным самовнушением тогдашних планетологов! На Марсе нет ни каналов, ни рек.



Русло марсианской реки

Тем большим было удивление астрономов в 1971 году, когда искусственные спутники Марса – «Маринер-9» (США) и «Марс-2 и -3» (СССР) – прислали изображения гигантских каньонов, потухших вулканов и, самое интересное, – речных русел. В ранний период своей истории Марс изобиловал водой. Особенно поражают русла рек, прорезавших когда-то восточную окраину бассейна Эллада, а также равнины Элизиум и Амазония. Здесь

уже близ истока ширина рек достигала нескольких десятков километров, а к устью увеличивалась до сотен километров. Расчеты показали, что каждая из этих рек переносила когда-то в 10 тысяч раз больше воды, чем все крупные реки Земли, вместе взятые.

Очевидно, Марс был покрыт этой сетью рек достаточно долго, раз они сумели так разительно изменить ландшафт планеты – навечно прорезать в каменистом грунте громадные долины и каньоны. По-видимому, эти реки постоянно питались грунтовыми водами или дождевой водой. В пользу первой гипотезы говорит то, что, в отличие от рек нашей планеты, они почти всегда были полноводными уже от истока. Похоже, здесь изливались на поверхность обширные скопления грунтовых вод.

Впоследствии на Красной планете были обнаружены окаменевшие остатки речных дельт, а также многочисленные озера. Воды на Марсе – в далеком прошлом – все прибавлялось. Наконец, в 2010 году со страниц журнала «Nature Geoscience» американские астрономы сообщили о том, что значительная часть северного полушария Марса была покрыта океаном.

Исследователи из Колорадского университета во главе с Брайаном Хайнеком, проанализировав карту Марса, выявили 52 речные дельты, причем 29 располагались примерно на одной и той же высоте – на уровне тогдашнего океана, как предположили они. В общей сложности, он занимал 36 % тогда еще «Голубой планеты». Объем воды в нем оценивается в 124 миллиона кубических километров.

Кроме того, Хайнек и его коллеги заново пересчитали все русла марсианских рек. Их оказалось около 40 тысяч – в четыре раза больше, чем предполагалось прежде. При таком обилии рек, несомненно, выпадало большое количество осадков. Очевидно, в ту пору Марс ничем не отличался от нашей планеты. Для его природы был характерен круговорот воды, что создавало предпосылки для зарождения и развития жизни.

В какой же период истории Красной планеты существовали все эти реки и озера? Еще недавно считалось, что уже 4 миллиарда лет назад Марс лишился большей части своей атмосферы и превратился в ледяную пустыню. Однако сенсационные находки, сделанные в последние годы, заставили по-иному взглянуть на историю этой планеты.

Так, в 2010 году британские исследователи, проанализировав фотографии, присланные зондом «Марс Реконнесанс Орбитер», выявили несколько пересохших озер, которые были связаны друг с другом протоками. По числу кратеров в окрестности озер ученые определили, что им около 3 миллиардов лет.

Как предположил руководитель исследования Николас Уорнер, 4 миллиарда лет назад Марс вовсе не окончательно превратился в пустыню. Впоследствии время от времени наступали периоды потепления. Это могло быть вызвано вулканической деятельностью, падением крупных метеоритов или небольшим изменением орбиты, по которой обращался Марс. В такие периоды он снова был окружен плотной атмосферой, которая удерживала тепло. Планета прогревалась, начинал таять лед, скопившийся в грунте, и тогда русла высохших рек или бывшие озера вновь заполнялись водой.

На эту же догадку наводят и другие соображения. Например, на фотографиях, сделанных различными зондами, видно, что истоки марсианских рек зачастую находились в областях с «хаотическим» ландшафтом. Громадные каменные глыбы, лежащие повсюду, а также многочисленные расселины свидетельствуют о драматических событиях, разыгравшихся здесь. На Земле подобный ландшафт можно встретить в зонах вечной мерзлоты. Он образуется, когда почва оттаивает и начинает проседать. Очевидно, периоды потеплений знавал и Марс. Тогда лед, сковывавший грунт, таял. Вода изливалась на поверхность планеты, а обширные участки грунта проваливались.

По оценке немецкого астронома Герхарда Нойкума, на Марсе пять раз наблюдались периоды бурной вулканической активности, во время которых скопления льда в недрах планеты таяли и ее поверхность вновь покрывалась водой. Первая такая эпоха наступила 3,5 миллиарда лет назад, затем многочисленные извержения вулканов снова происходили около 1,5 миллиарда лет назад, а также 800, 200 и 100 миллионов лет назад. Продолжительность этих периодов составляла, очевидно, несколько десятков тысяч лет. Вот и океан, обнаруженный в северном полушарии планеты, простирался здесь, по оценке исследователей, 3,5 миллиарда лет назад. В то время на Марсе извергались вулканы, и там было гораздо теплее, чем сегодня.

Теперь бывший водный мир выглядит так: мертвенные камни, припорошившая все красная пыль, зияющие каньоны, пересохшие русла. Почему теплая, влажная планета превратилась в холодный каменный шар? Никто не может объяснить.

Однако водные потоки появляются на поверхности Марса и сегодня. На склонах холмов обнаруживают борозды, прорытые ими. В среднем длина ручьев не превышает одного километра, а ширина – десяти метров. Но главное, что они есть. На Марсе существует вода в жидкой форме! Разумеется, из-за низкого атмосферного давления и невысоких температур эта вода должна либо быстро испариться, либо замерзнуть. И тем не менее из года

в год все повторяется.

Так, по фотографиям, сделанным зондом «Марс Реконнесанс Орбитер», было замечено, что с ноября 2006 по май 2009 года одна из борозд вытянулась на 170 метров. Спектральный анализ подтвердил, что здесь протекала именно вода, а не жидкий углекислый газ. Очевидно, по весне, когда температура ненадолго поднимается выше точки замерзания воды, лед, покрывающий склоны марсианских холмов, тает, и тогда на короткое время здесь появляются ручьи и речушки.

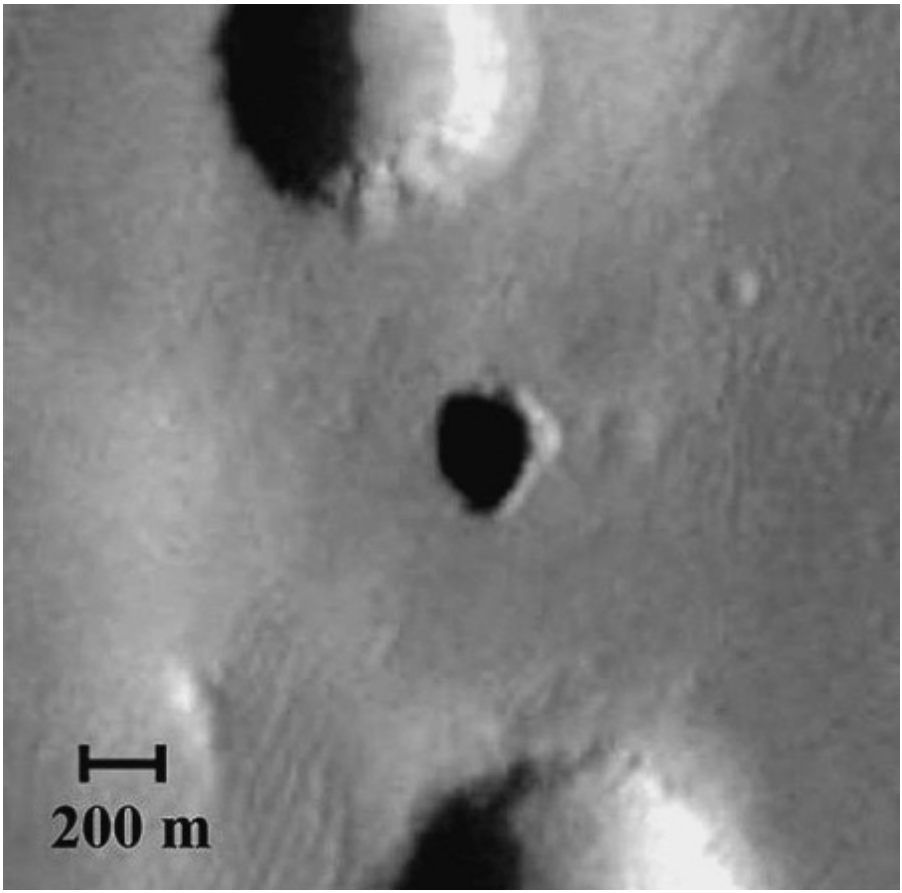
Наблюдения, проводившиеся межпланетными зондами, свидетельствуют о том, что марсианская почва изобилует льдом. Огромные скопления водяного льда найдены в середине 2000-х годов в окрестности марсианских полюсов. Однако его суммарный объем, как подсчитали ученые, примерно в 33 раза меньше объема воды в древнем океане, простиравшемся на Марсе. Куда же исчезла вода из этого океана? Возможно, что-то удастся прояснить в ближайшие годы, ведь новые экспедиции к Марсу уже запланированы.

Загадка марсианских кратеров

Марс не перестает задавать ученым загадки. Так, в мае 2007 года зонд «Марс Реконнесанс Орбитер» обнаружил на его поверхности, к северо-востоку от вулкана Арсия, темное пятно диаметром более 100 метров. По своей форме оно напоминало круг. Другие снимки подтвердили, что на поверхности Марса зияла почти идеально круглая черная «дыра», достигавшая в поперечнике полутора сотен метров и уходившая далеко вглубь.

Еще на снимках, сделанных ранее зондом «Марс Одиссей», запущенным к Красной планете в 2001 году, ученые заметили это странное образование, а потому «Марс Реконнесанс Орбитер» целенаправленно фотографировал этот участок Марса, чтобы помочь астрономам понять, что это такое, поскольку с подобными объектами они еще не сталкивались на других планетах Солнечной системы.

Некоторую ясность внесли фотографии, присланные тем же зондом в августе 2007 года. Этот «кратер» (его назвали «Джейн») представляет собой шахту естественного происхождения, которая уходит практически вертикально в глубь марсианской почвы. Температура в шахте почти не меняется в течение суток. Поэтому днем здесь холоднее, чем в ее окрестности, а ночью, наоборот, оказывается немного теплее.



Снимок темного пятна близ вулкана Арсия

Кроме того, выяснилось, что этот объект был не один. На фотоснимках, присланных зондами «Марс Реконнесанс Орбитер» и «Марс-Экспресс», обнаружилось еще несколько подобных шахт. Всего их число достигло семи. Им всем дали имена. Так, на поверхности Марса, помимо Джейн появились Дэна, Хлоя, Уэнди, Энни, Эбби и Никки. Их диаметр колебался от 100 до 250 метров, а глубину было трудно определить. По крайней мере на фотографии, сделанной тогда же, в августе, под большим углом, стенки шахты Джейн уходили вглубь как минимум на 78 метров, но и на этом снимке не было видно ее дна.

Можно сказать с уверенностью лишь одно: это не кратеры, оставшиеся от падения метеорита, ведь рядом с ними нет характерных холмиков – насыпи из камней, выброшенных после мощного удара. У них острые, четко очерченные края. Вулканические кратеры на Марсе тоже выглядят по-другому.

Поразительнее всего, что даже на снимках шахты Джейн, сделанных с максимальным увеличением, внутри нее не было замечено никаких отдельных деталей. Для сравнения делались

снимки самых затененных участков поверхности Марса. При большом увеличении на них можно было увидеть какие-то подробности. Пятно же на любых фотографиях оставалось «чернее черного». Очевидно, это какое-то отверстие с отвесными стенами, уходящее вглубь на сотни метров. На дно этой шахты не проникает солнечный свет.

Разумеется, никто из серьезных ученых не верит, что обнаружены некие туннели, ведущие к подземным марсианским поселениям. Подобные «шахты» – «сеноты» – встречаются, например, в Мексике. Вот цитата из статьи немецких исследователей Петера и Йоханнеса Фибагов «Научная гигиена» и палеоконтакты»:

«Спутниковые снимки, сделанные НАСА в 1987 году на полуострове Юкатан, произвели сенсацию. Собственно говоря, ученые намеревались реконструировать по этим снимкам систему водоснабжения майя. Однако на фотографиях перед ними предстал полукруг из “сенотов” (карстовых пещер); его диаметр составлял примерно 200 километров. Сегодня геологи уверены, что этот полукруг (к нему относятся и сеноты Чичен-Ицы) представляет собой край гигантской структуры, образовавшейся вследствие падения метеорита. В расположенных ниже, полностью разрушенных слоях породы вода могла лучше циркулировать; произошло размывание лежащей над ними толщи известняка. Как следствие, возникли впадины – “сеноты”. Сам метеорит, оставивший после своего падения кратер Чиксулуб, считается теперь кандидатом номер один среди возможных виновников гибели динозавров».

Итак, на нашей планете речь идет о карстовых пещерах с обрушившимся сводом. По оценке геологов, на полуострове Юкатан расположено от 5 до 10 тысяч подобных пещер. На фотографиях, сделанных со спутников, эти иссиня-черные точки виднеются всюду. Вся местность тут испещрена дырами, как швейцарский сыр, Не удивительно, что провалов так много. Ведь здесь, под поверхностью земли, простирается крупнейшая в мире система соединенных друг с другом пещер, протянувшихся в общей сложности на многие сотни километров. Точную длину не знает никто. Эту бесконечную череду пещер размыли грунтовые воды и потоки дождевой воды, просачивавшиеся в глубь известняка, – извечные капли, точившие мягкий камень. Свод же, отделяющий эти пещеры от поверхности земли, мог быть и впрямь пробит при падении многочисленных каменных глыб, разбросанных Чиксулубским метеоритом. И вот теперь подобная геологическая формация, возможно, найдена на Марсе – несколько громадных промоин в марсианском грунте.

У нас на Земле такие пещеры встречаются также в районе вулканов, например на Гавайских островах. Это сразу навело ученых на мысль о том, что марсианские «шахты» могут быть как-то связаны и с вулканическими процессами, – тем более что все они располагаются в окрестности потухшего вулкана. Возможно, речь идет о провале пористого грунта после давнего извержения – он мог быть размыт водой или не выдержал веса располагавшихся над ним пород.

Специалисты называют это явление процессом суброзии – при нем происходит разрушение нижних слоев грунта. На их месте образуются пустоты, и тогда слои, расположенные выше, обваливаются под собственной тяжестью. На Марсе суброзионные процессы могли наблюдаться именно в окрестности вулканов. Магма, скопившаяся в недрах планеты, разогревала находившиеся над ней слои льда, которые располагались в глубине марсианского грунта. Жидкая вода начинала тогда просачиваться сквозь поры грунта, еще сильнее размывая полость, прежде заполненную льдом. Возникала обширная пустота. Перекрывающий ее свод не выдерживал громоздившейся над ним массы грунта и рушился. Так возникал провал – например, шахта, уходящая далеко вглубь.

Еще в 2000 году немецкий писатель-фантаст Херберт Франке предсказывал, что в лавовых слоях Марса должна скрываться громадная система пещер. По его словам, «немалая часть Марса наверняка изрезана пещерами». Они «значительно крупнее, чем земные пещеры, а механизм их образования в застывших лавовых потоках, такой же, как и на нашей планете; он обусловлен законами природы, действующими не только у нас на Земле, но и во всей Вселенной».

Эти семь глубоких пещер могут быть, кстати, оазисами бактериальной жизни на Марсе. Именно в глубине пещер микроорганизмы сумели бы укрыться от смертоносных космических лучей, проникающих к поверхности планеты. «Если на Марсе и есть жизнь, то вероятнее всего ее можно найти в какой-нибудь пещере», – полагает американский геолог Джадсон Уинне. Там, на дне пещер, куда не попадает солнечный свет, наверняка скопился лед, а значит, там есть вода, без которой немыслима жизнь. Марсианские «сеноты» вызывают интерес и ученых, размышляющих над тем, как заселить Марс. Участники будущих экспедиций тоже могли бы укрыться в пещерах.

Тем более, что последних становится все больше. В 2010 году подобная шахта глубиной не менее 115 метров была обнаружена и на фотографиях, сделанных в окрестности горы Павлина – громадного древнего вулкана высотой более 20 километров.

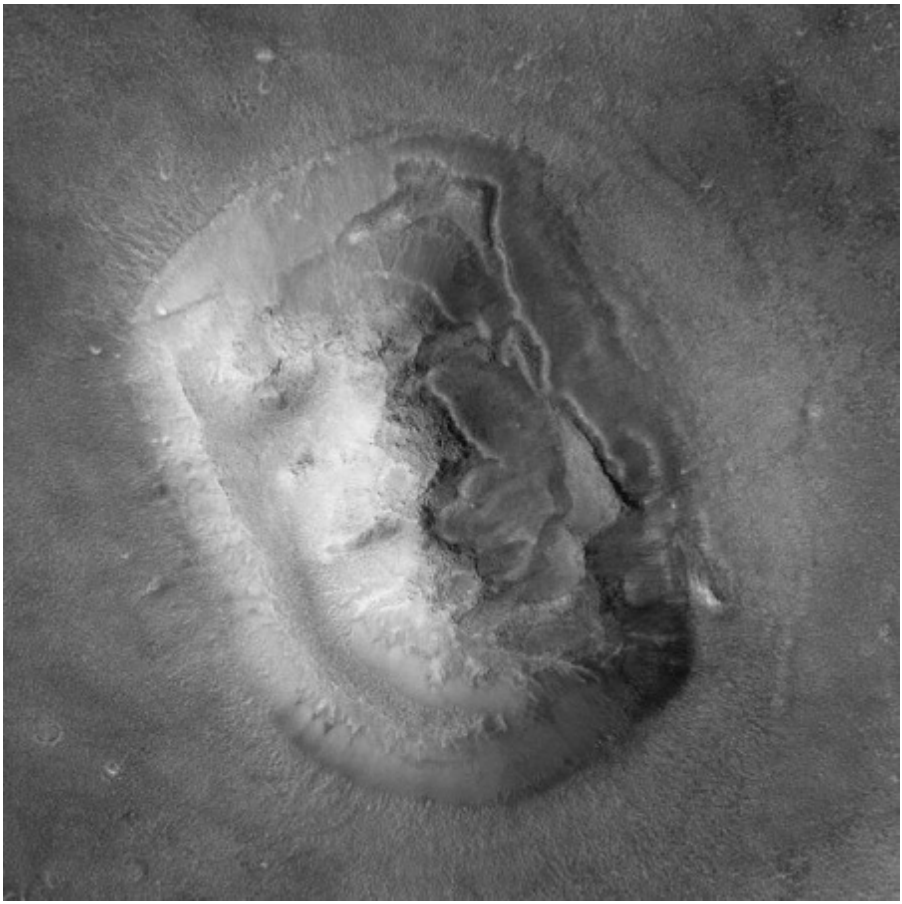
Правда, по своей форме эта шахта напоминает, скорее, овал, чем окружность. Ее диаметр колеблется от 160 до 190 метров.
Итак, Марс хранит еще множество тайн. Поэтому и американские, и европейские ученые планируют все новые экспедиции на эту планету.

Есть ли жизнь на Марсе?

Ни одна другая планета Солнечной системы не вызывает такого интереса, как Марс. Это единственная планета земного типа, на которой люди могут не только побывать, но и поселиться. Но что их там ждет?

В XVII веке Красная планета считалась враждебной для жизни: здесь якобы непрерывно курились вулканы, почва была пропитана мышьяком. Через полтора века, с развитием оптических телескопов, Марс рассмотрели внимательнее. Теперь он выглядел не таким неприглядным. В светлых пятнах, красовавшихся на полюсах, угадали ледяные полярные шапки. Обнаружили тонкие линии – каналы, построенные жителями Марса.

Сто лет назад, в эпоху колониальных захватов и первых успехов авиации, многие верили в то, что Марс населяет развитая цивилизация и что войска марсиан скоро вторгнутся на нашу планету. «Война миров» Герберта Уэллса казалась лозунгом завтрашнего дня. Так отчасти и вышло. Европейцы, воспитанные на ожидании скорой битвы с марсианами, истребили друг друга в двух мировых войнах, а «зеленые человечки» с Марса так и не явились на последний, решительный бой. Все догадки были ошибочны, а надежды – пусты. «Марсиан» на планете нет. Ими ничего не построено, не выращено.



Образование на поверхности Марса, напоминающее человеческое лицо

Но, может быть, пустующую нишу сумели занять бактерии? Тогда их следовало бы искать в грунте планеты. Только там они могут укрыться от смертоносных космических лучей, которые беспрепятственно проникают к ее поверхности. Фантастично? Нельзя с ходу отвергать даже подобные гипотезы, пока Марс не будет тщательно исследован.

В 1976 году американские космические зонды «Викинг-1» и «Викинг-2», прибыв на Марс, взяли пробы грунта с глубины не более 10 сантиметров. Анализ их показал, что микроорганизмов там нет. После этого интерес к Красной планете заметно снизился.

Впрочем, в наши дни на вопрос «Есть ли жизнь на Марсе?» ученые не готовы дать ответ. Конечно, никто не рассчитывает найти там высокоразвитую цивилизацию. В песках Марса не обнаружить и призрак ее. Зато где-то в недрах Красной планеты, возможно, все-таки обитают колонии микробов. Их ареалом могли бы стать даже крохотные поры в грунте, достигающие всего

0,001 миллиметра в поперечнике.

В последние десятилетия мы начали понимать, что жизнь может приспособиться к самым необычным условиям. Поверхность земных континентов и Мировой океан – лишь часть обжитого мира. Глубоко в недрах Земли скрывается целая экосистема, состоящая из микробов; она никак не связана с внешним миром. Возможно, такие же сообщества микробов встретят нас и на Марсе.

А может быть, здесь сохранились ископаемые останки вымерших давно организмов? Работающий в США немецкий астробиолог Дирк Шульце-Макух полемично заявляет: «Было бы очень странным, если бы на Марсе никогда не существовало жизни. Ведь на протяжении нескольких сотен миллионов лет природные условия здесь были, пожалуй, более благоприятными для ее развития, чем на Земле».

Так как же отыскать марсианских микробов? В своих поисках современные ученые следуют путем, который их коллеги проторили сто лет назад. Они ищут жизнь там, где есть вода. Как Персиваль Ловелл расселил марсиан вдоль каналов, так и астрономы НАСА водворили колонии микробов там, где есть скопления водяного льда. Осталось только откопать их, чем уже начали заниматься межпланетные зонды, прибывающие на Марс (например, зонд «Феникс» в 2008 году). Возможно, в недрах Красной планеты плещутся грунтовые воды – реликты тех громадных рек, чьи пересохшие русла уже не раз обнаруживали здесь? Или же там скрываются гидротермальные источники – настоящие оазисы в суровом мире Красной планеты.

Как полагает Шульце-Макух, «марсианские микробы могли бы также поглощать водяные пары непосредственно из атмосферы планеты». Их клетки, по его гипотезе, содержат смесь воды и перекиси водорода (H_2O_2). Подобная смесь замерзает лишь при –55,6 °C, но даже при ее замерзании клетка не разрушается.

Если вернуться к экспедиции «Викингов», то эти аппараты искали жизненные формы, которые хоть чем-то напоминали бы земные. Так, может быть, они даже не заметили следы существования инопланетных микроорганизмов, не признав в них нечто живое?

В 2003 году вопрос о жизни на Марсе снова стал актуальным, ведь здесь был обнаружен метан. Сначала – с помощью наземных телескопов, а годом позже – с помощью спектрометра зонда «Марс-Экспресс». Его концентрация такова, что, по оценке специалистов, каждый год в атмосферу Марса поступает около 150 тонн этого газа. Называют разные причины его появления: вулканическая активность, падения комет, геохимические

процессы, или же… его выделяют метанобразующие бактерии.

На Земле до 90 % метана возникает в результате биологических процессов. Поэтому некоторые исследователи считают его наличие на Марсе признаком существования здесь жизни. Понять происхождение марсианского метана помогло бы исследование сопутствующих газов. Так, если метан выделяется при извержении вулкана, то вместе с ним в атмосферу планеты должен поступать сернистый газ. Если – в результате биологических процессов, то одновременно выделяется и этан. Концентрация этих газов очень мала, и все же, если удастся какой-то из них обнаружить, то, возможно, тайна марсианского метана будет разгадана.

Распределен метан неравномерно. Есть области, где его концентрация особенно высока. Возможно, он поступает в атмосферу Красной планеты периодически. Если перенестись опять же на Землю, то здесь значительное количество метана выбрасывают в атмосферу грязевые вулканы. На Марсе тоже могут быть подобные вулканы, считают исследователи. Возможно, не случайно метан обнаруживают в таких регионах, как Элизиум и Фарсида, где высятся громадные щитовые вулканы. Может быть, там есть и грязевые вулканы?

Надежды энтузиастов, считающих, что жизнь на Марсе есть, питают и загадочные следы, которые иногда замечают на Красной планете. На склонах марсианских холмов проступают борозды, очевидно, прорытые водными потоками, что проносились здесь в течение короткого времени, а потом иссякли.

По мнению Шульце-Макуха, «если на Марсе есть микробы, то они могли бы воспользоваться появляющейся тут водой». Вопрос только в том, откуда та берется. Либо это вода атмосферного происхождения, либо речь идет о подтаивающих залежах льда. «Последний случай особенно интересен, – отмечает Шульце-Макух. – Ведь возле льда, скопившегося в марсианской почве, могли бы расселиться колонии микроорганизмов. Сезонное таяние льда периодически активизировало бы их жизнедеятельность».

Возможно, колонии марсианских микробов, если они есть, проводят по 50—100 тысяч лет в спячке; но стоит климату измениться, стоит притечь воде к этим «мертвым» клеткам, как они, по одной из гипотез, пробуждаются и начинают стремительно размножаться. Подобно легендарному фениксу, жизнь вновь возрождается на Красной планете. Быть может, в считаных метрах от ее поверхности эти ускользающие от нас микробы, эти «призраки Марса» уже дожидаются нас, готовые отразить любое вторжение любой «миссии».

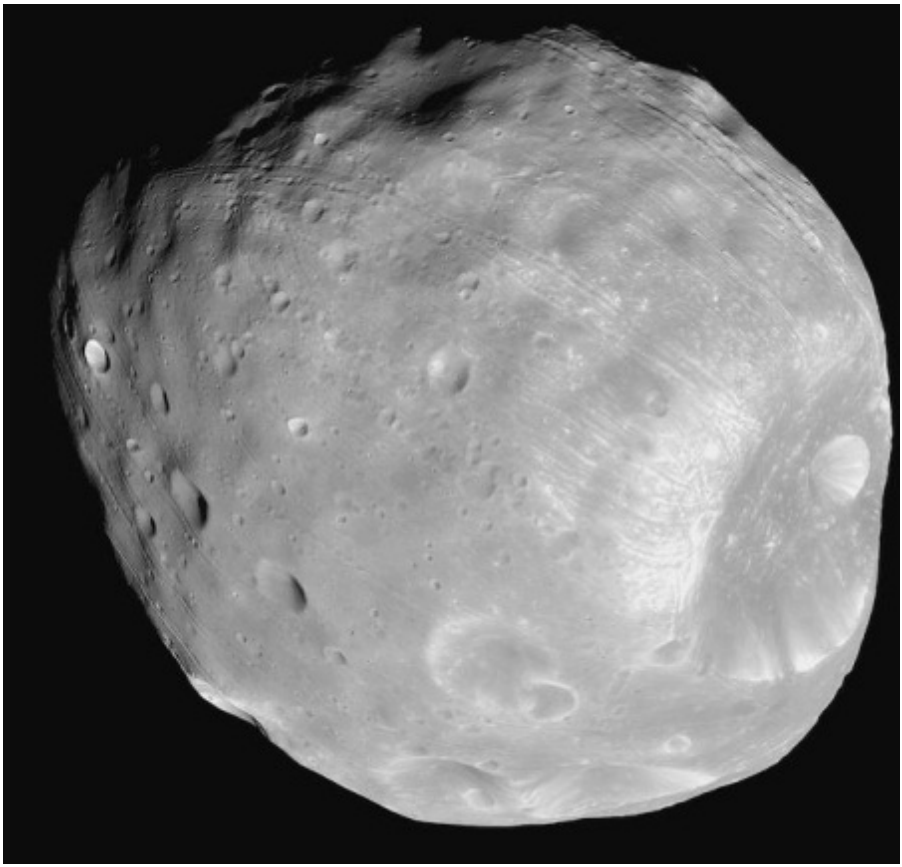
История Марса еще полна белых пятен. Поэтому нужны новые экспедиции межпланетных зондов. Например, Шульце-Макух считает, что следует направить на Марс аппарат, который целенаправленно займется поиском молекул ДНК. Пока астробиологам приходится ждать. Если же поиск жизни на Марсе окажется слишком сложным делом для космических аппаратов, то, может быть, этим займутся космонавты?

Фобос – таинственный спутник Марса

Вот уже полтора десятилетия спутник Марса Фобос остается в фокусе внимания астрономов – под прицелом автоматических зондов, кружащих близ Красной планеты. Чем дольше за ним наблюдают, тем больший интерес он вызывает у исследователей. Фобос призван стать форпостом человечества на Марсе, плацдармом, откуда начнется освоение соседней планеты. Он сыграет ключевую роль в колонизации этого уголка космоса. Его покорение должно стать ближайшей целью НАСА, считает, например, американский астронавт Эдвин Олдрин.

Но он интересен не только как орудие достижения цели, но и как объект наблюдений. Сам по себе! Фобос, как и его собрат Деймос, другой спутник Марса, «ведет себя против всех правил», не вписывается в традиционную систематику спутников Солнечной системы. Редкой птицей, «черным лебедем», он обращается вокруг Марса, неизменно повернувшись к нему одной и той же стороной. (Фобос и впрямь черен, этакая кошка, перебежавшая дорогу племени астрономов; он отражает всего 7 % света, падающего на его поверхность.)

Итак, есть спутники настоящие, правильные. Их в Солнечной системе более десятка. Это и Луна, и Титан, и спутник Юпитера, Ио. Все это – громадные каменные шары, которые движутся по круговым орбитам, пролегающим вдоль экваториальной плоскости планеты. Все они предположительно возникли почти в одно время со своими планетами.



Загадочный спутник Марса – Фобос

Но большинство из примерно 170 лун Солнечной системы составляют неправильные спутники. Это – небольшие глыбы, зачастую причудливой формы. Обычно они движутся по эллиптическим орбитам, наклоненным к экваториальной плоскости планеты. В большинстве случаев речь идет об астероидах, которые приблизились к планете и были захвачены ею.

Однако Фобос и Деймос не укладываются ни в одну из этих категорий. Они движутся по орбитам, близким к круговым. Их орбиты лежат почти в плоскости экватора Марса. Неужели они образовались вместе с Красной планетой? И как это произошло? Внешне они ведь – типичные астероиды.

Наблюдения за Фобосом и Деймосом ведутся почти полтора столетия – с 1877 года, когда их открыл американский астроном Асаф Холл. Но к разгадке их происхождения ученые приблизились лишь в 2010 году.

В облике Фобоса и Деймоса есть много странного. Не случайно астрономы решили отнести их к особой категории небесных тел, обращающихся близ крупных планет. За такими

телами закрепилось название «Rubble piles», «рыхлые груды камней». История этих планеток неизменно начинается с катастрофы. Они пережили столкновение с каким-либо небесным телом, разбились в лепешку, но их обломки, стянутые вместе силой гравитации, образовали некую бесформенную махину.

Косвенным подтверждением этой гипотезы может служить и кратер Стикни диаметром 9 километров, самый большой на Фобосе (длина спутника – всего 21 километр). Поистине этот кратер, названный в честь Анджелины Стикни, жены Асафа Холла, мог бы внушить страх и ужас любому небесному телу. Эта громадная рытвина напоминает об ударе, который когда-то довелось пережить Фобосу. Выдержать такую коллизию могут только Rubble piles. Если бы Фобос был обычным планетоидом, сложенным из твердых пород, он раскололся бы вдребезги. Да, впрочем, если бы удар выдался чуть сильнее, то наверняка спутник тоже бы распался на части.

Раскрыть загадку происхождения Фобоса было бы легче, если бы мы знали его химический состав. Пока же можно сказать определенно лишь, что пыль, покрывающая его, мало чем отличается от лунной пыли; она содержит кремний, кислород и железо. Что же касается внутреннего строения Фобоса, то ранее, опираясь на данные наблюдений в оптическом и инфракрасном диапазонах, астрономы предположили, что этот спутник состоит из углистых хондритов – рыхлого, хрупкого материала с большим содержанием углерода. Подобный состав характерен для многих малых планет, принадлежащих поясу астероидов. Советская станция «Фобос-2» зафиксировала здесь также выделение какого-то газа, вероятно, водяных паров.

Вот почему ученые с таким нетерпением ждали, когда американский зонд «Марс-Экспресс» сблизится с Фобосом. В марте 2010 года этот зонд прошел на расстоянии всего 77 километров от него. Анализируя полученные фотографии – на них поверхность спутника предстает каким-то конгломератом расщелин и борозд (полости занимают от 25 до 45 процентов его объема), – астрономы пришли к выводу о том, что Фобос действительно представляет собой «небесное тело второго поколения». Он возник – «слепился» – из отдельных обломков и глыб, круживших в окрестности Марса. Он напоминает губку. Его плотность значительно ниже плотности астероидов.

Более полувека назад именно на аномальную плотность Фобоса ссылался советский астрофизик И.С. Шкловский, выдвигая гипотезу искусственного происхождения марсианского спутника. Из какого же вещества он мог быть сложен, рассуждал ученый. А что если внутри него простирается огромная полость?

Но откуда она взялась? Быть может, Фобос – рукотворный, искусственный спутник? Его построили разумные существа?! По оценкам Шкловского, на самом деле внутри Фобоса скрывалась металлическая сфера диаметром 16 километров и толщиной стенок 6 сантиметров. Фобос был самым настоящим НЛО! Окончательно вопрос о его искусственном происхождении был снят лишь после изучения фотографий, присланных в 1975 году межпланетным зондом «Викинг».

Так что это были за обломки, составившие Фобос? Откуда они взялись? Возможно, речь идет о некоем планетоиде, захваченном Марсом и впоследствии распавшимся на части подобно тому, как в небе над Юпитером рассыпалась комета Шумейкеров-Леви-9.

А может быть, в далеком прошлом сам Марс пережил столкновение с крупным астероидом, и обломки Красной планеты, разлетевшиеся в сторону от нее, позднее снова сошлись – образовали этот необычный спутник? Постепенно Фобос разрастался, притягивая к себе все новые глыбы, кружившие поблизости. Силы его притяжения, впрочем, не хватило, чтобы заполнить полости между отдельными глыбами. Их профили очень заметно разнились, а потому, когда они соединялись, между ними оставались зиять огромные пустоты, заполнить которые нельзя было ничем. Так возникла эта крохотная планета, несуразная даже внешне, – она напоминает картофелину.

Пока большинство ученых склоняется ко второй версии: «Фобос, из ребра Марса рожденный». Результаты спектрального анализа, проведенного зондом «Марс-Экспресс», показывают, что спутник состоит из пород, напоминающих те, из которых сложена марсианская кора. Так, в районе кратера Стикни обнаружены филлосиликаты, а также другие типы минералов, встречающиеся на поверхности Марса. Подобное открытие свидетельствует о том, что Фобос находится в близком родстве с Марсом; он похож на него больше, чем на любые другие тела Солнечной системы. Очевидно, после падения крупного астероида на Марс часть коры с поверхности Красной планеты была выброшена на орбиту, где из обломков и составился этот рыхлый спутник.

Кстати, через несколько десятков миллионов лет и сам Фобос повторит судьбу неизвестного астероида – врежется в Марс. Известно, что он неуклонно сближается с Красной планетой. Каждый год он подбирается к ней еще на 4 сантиметра. Впрочем, многие астрономы считают, что он просто не доживет до этой коллизии и задолго до нее будет разорван приливными силами Марса, а из его обломков образуется кольцо – такое же, как вокруг Сатурна.

Загадка большого красного пятна

Самым памятным из атмосферных явлений, наблюдаемых на Юпитере, остается так называемое Большое Красное Пятно. Вот уже несколько столетий в южном полушарии этой крупнейшей планеты Солнечной системы красуется огромное красно-коричневое пятно. Его можно увидеть даже в телескоп средних размеров. В XVII веке оно привлекало внимание таких ученых, как Роберт Гук (он открыл его в 1664 году) и Джованни Доменико Кассини. Ориентируясь по нему, они определяли период суточного вращения Юпитера.

Это пятно напоминает огромный багровый глаз, коим Юпитер взирает на окружающий мир. Оно простирается на 25 тысяч километров. В нем утонет пара таких планет, как наша. Однако размеры пятна не постоянны. Оно живет своей загадочной жизнью. Оно то растекается по планете, то снова сжимается. В 1878 году, когда его впервые подробно описали, оно было в два раза больше, чем сейчас.

Когда-то Юпитер считали такой же твердой планетой, как Земля. Красное пятно казалось ученым громадным озером раскаленной лавы, растекшимся по поверхности планеты. Воздушные токи, исходящие от него, разгоняли облака, и сквозь их завесу нам открывались очертания этого пятна. Другие полагали, что посреди океана, разлитого по всему Юпитеру, раскинулся материк, окрашенный в кирпично-красные тона.

Теперь мы знаем, что это овальное пятно – вовсе не озеро лавы и не пылающий континент. Это – гигантский антициклон, самый грандиозный вихрь, бушующий в Солнечной системе. Скорость ветра в центральной части пятна достигает почти 400 километров в час. Перед ним меркнут самые страшные ураганы, проносившиеся когда-либо над Землей. Вот уже много веков этот вихрь буйствует над Юпитером и никак не стихнет. На нашей планете подобные атмосферные образования рассеиваются в течение нескольких недель.

Здесь же, на Юпитере, это пятно четко ограничено соседними воздушными потоками. С севера его обтекает ветер, дующий в западном направлении, а с юга – в восточном направлении. Заключенное между ними Большое Красное Пятно вот уже который век удерживается в этой оправе, словно, сказали бы в старину, звездочка, пришпиленная к небесному своду. Правда, понемногу оно перемещается в широтном направлении (восток – запад), а значит, буря обрушивает свой удар на новые районы Юпитера.

Большое Красное Пятно напоминает огромный багровый глаз, коим Юпитер взирает на окружающий мир

В последние десятилетия на Юпитере были замечены и другие пятна, меньших размеров (но даже эти «малыши» оказываются под стать Земле).

Так, в 2006 году Космический телескоп имени Хаббла зафиксировал, что «Белый овал» (буря, бушующая на Юпитере, начиная с 1998 года) в течение полугода изменил свою расцветку. В ноябре 2005 года он все еще был белого цвета, месяцем позже стали проступать коричневатые тона, а к июлю 2006 года он был уже окрашен точно в такие же цвета, как и Большое Красное Пятно. Возможно, мы являемся свидетелями появления на этой планете «Малого Красного Пятна».

В мае 2008 года было открыто еще одно, третье, красное пятно. Оно также образовалось на месте небольшого вихря, выглядевшего ранее как белый овал. Очевидно, и в этом случае изменение его цвета указывает на то, что облака поднялись на ту же высоту, где располагается Большое Красное Пятно. В середине июля 2008 года пятно-гигант и поглотило этот небольшой вихрь, как засвидетельствовал телескоп «Хаббл». Возможно, его судьба объясняет, почему так живуче Большое Красное Пятно – оно постоянно вбирает в себя вихревые образования, возникающие в атмосфере Юпитера.

Что породило Большое Красное Пятно? Какова его структура? В начале 2010 года с помощью Very Large Telescope («Очень большого телескопа») Европейской южной обсерватории впервые удалось заглянуть в глубь Большого Красного Пятна. Вплоть до этого времени считалось, что воздушные массы, его составляющие, непрестанно вращаются против часовой стрелки.

Новые фотографии, сделанные с невиданной прежде четкостью, показывают не известные прежде особенности пятна. Воздушные массы движутся здесь не только в одном направлении. Центральная часть пятна вращается, наоборот, по часовой стрелке, в то время как все остальные его области – против часовой.

«Раньше мы полагали, что Большое Красное Пятно – это простой вихрь овальной формы, но результаты новых исследований показывают, что речь идет об очень сложном объекте», – отмечает американский астроном Гленн Ортон. Это пятно – своего рода «полюс холода» в атмосфере Юпитера. Его температура составляет –160 ˚С. При этом на сделанных недавно инфракрасных снимках видно, что расположенный посредине участок, окрашенный в яркий красный цвет, на 3–4 градуса теплее соседних областей. Так что впервые удалось выявить связь между окраской Большого Красного Пятна и его температурой. По краям пятна на этих фотографиях даже проступили темные полосы. Ученые полагают, что это нисходящие потоки холодного газа.

Впрочем, главная тайна этого атмосферного вихря так и осталась неразгаданной. Природа коричневато-красной расцветки пятна по-прежнему не ясна. Высказываются разные гипотезы. Возможно, молекулы какого-либо вещества, содержащегося в атмосфере Юпитера, под действием молний или ультрафиолетового излучения разлагаются с выделением фосфора. По другой гипотезе, вихрь втягивает из недр Юпитера некие органические вещества, фосфор или серу; они поднимаются в верхние слои атмосферы и придают Большому Пятну его неповторимую окраску. Ясно только, что цвет пятна время от времени меняется, оно приобретает различные оттенки.

Возможно, загадки Большого Красного Пятна сумеет разгадать новый межпланетный зонд, который должен прибыть к Юпитеру еще в этом десятилетии. Ему есть что изучать. Имеется много неясного в самом происхождении этой гигантской планеты.

По теории, «зародыши» газовых планет, образовавшихся на периферии Солнечной системы, лишь на четверть состояли из горных пород, а на три четверти – изо льда, которым изобиловала эта область протопланетного диска. Когда подобное ядро стало весить примерно в 5—10 раз больше, чем Земля, оно начало усиленно притягивать к себе окружавшие его газовые массы. Оболочка планеты становилась все мощнее. Так возник новый газовый гигант.

Однако в этой теории, как понятно теперь, есть важные неувязки. Расчеты показывают, что формирование такой крупной

планеты, как Юпитер, занимает не менее 10 миллионов лет. Но проводимые в последние годы наблюдения за протопланетными дисками, расположенными возле других звезд, напоминающих Солнце, засвидетельствовали, что после того как в недрах молодой звезды вспыхивает термоядерная реакция, запасы водорода, необходимые для строительства планеты-гиганта, быстро иссякают. Тем не менее Юпитер все-таки успел дорасти до своих нынешних размеров. Почему?

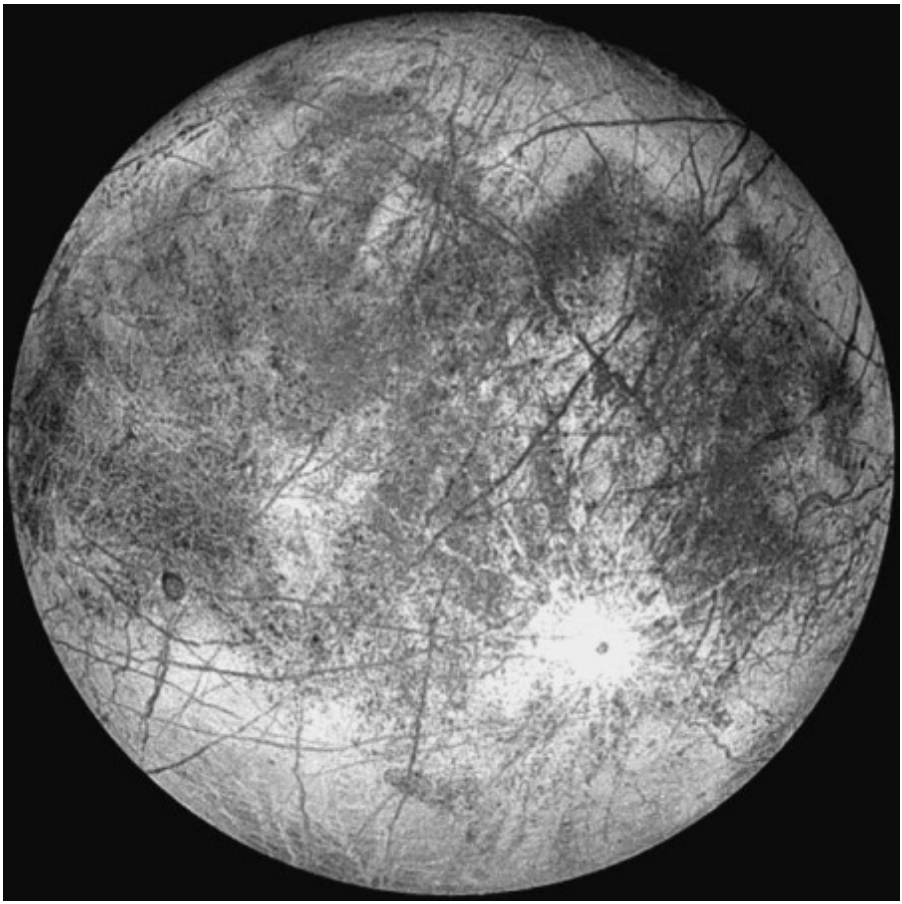
И почему у него такое огромное ядро, которое тоже не вписывается в прежние теории? В 2008 году американские астрономы Буркхард Милицер и Уильям Хаббард, проанализировав все известные нам сведения о внутреннем строении Юпитера, построили его новую компьютерную модель. Из их расчетов явствовало, что твердое ядро Юпитера весит примерно в 14–18 раз больше, чем Земля, – то есть оно вдвое крупнее, чем полагается по теории. На долю этого ядра, состоящего из камня, металлов и льда, приходится двадцатая часть всей массы Юпитера. Астрономам еще предстоит объяснить все эти расхождения теории и практики.

Водный мир Европы

Под ледяным панцирем одного из спутников Юпитера – Европы, – очевидно, скрывается самый настоящий океан. Поначалу в это отказывались верить. И все же с каждым витком межпланетного зонда «Галилео», прибывшего к Юпитеру в 1995 году, астрономы убеждались: что-то скрывается под поверхностью Европы.

Диаметр Европы, самой маленькой из четырех больших лун Юпитера, – 3138 километров. Она чуть меньше нашей Луны. Это шестой по величине спутник планет Солнечной системы. Расположена же Европа в пять раз дальше от Солнца, чем Луна. Атмосферы на ней практически нет. Поэтому ее поверхность быстро остывает, не в силах удержать тепло, приносимое солнечными лучами. Температура здесь составляет —150 °С.

Холод хуже, чем в Антарктиде! Вся поверхность Европы выстлана водяным льдом – точно такой же лед покрывает в зимние месяцы наши реки и озера. Но если на реках лед успевает вырасти за зиму на десяток сантиметров, а затем снова тает, то на Европе за миллионы лет его толщина достигла многих километров. Благодаря ледяному покрову Европа является самой яркой из лун Солнечной системы. Ее альбедо равняется 0,64, иными словами, поверхность этого спутника отражает 64 % солнечных лучей, достигших ее. Лишь вмерзшие в лед минеральные вещества придают этой луне характерный красноватый оттенок.



Поверхность Европы покрыта многокилометровым слоем льда

Если бы не близость к Юпитеру – а Европа находится от него в среднем на расстоянии в 670 тысяч километров, – то твердь льда, сковавшая ее, была бы недвижима навеки. Однако сила притяжения Юпитера так велика, что буквально «сминает» соседние луны, разогревая их. По этой причине весь ледяной панцирь, покрывающий Европу, давно пришел в движение. В нем разверзаются многочисленные трещины, напоминающие марсианские каналы, как их рисовали сто лет назад. В этих черточках и полосках – протяженность их порой превышает тысячу километров, а ширина самых крупных достигает 20 километров – для нас проступают очертания трубопроводов, шоссейных и железных дорог. Словно неведомая цивилизация оставила свои следы на этой неприметной, казалось бы, луне. Впрочем, полет фантазии будет немедленно обуздан, стоит лишь вспомнить, что подобным орнаментом покрыты и льды близ нашего Северного полюса. Льдины дрейфуют, надвигаются друг на друга. Очевидно, они плывут, под ними разлита вода – жидкая, теплая вода. Магнитометр зонда «Галилео» зафиксировал в

недрах Европы, как и в недрах еще двух спутников Юпитера – Ганимеде и Каллисто – жидкий слой, проводящий электричество. Вероятно, это – соленая вода.

Впервые ученые заподозрили это в 1979 году, когда в окрестности Юпитера побывали межпланетные зонды «Вояджер-1 и -2». На фотографиях, переданных ими на Землю, были видны бескрайние ледяные просторы, изрезанные множеством линий. А вот привычных кратеров почти не было замечено. На Европе обнаружилось очень мало кратеров. Диаметр лишь трех из них превышает 5 километров.

Почему? Ведь метеориты не могли миновать Европу. Они по-прежнему падали на ее поверхность, и тамошняя панорама, как принято было считать, наверняка напоминала лунный пейзаж. Но нет! Как выяснилось, любые шрамы, отметившие Европу, разглаживаются, ведь слои льда, выстилающие ее поверхность, время от времени сдвигаются, стирая все вмятины. Как это похоже на льдины где-нибудь близ Шпицбергена!

Предположительно подо льдами Европы скрывается океан глубиной до 100 километров. Расчеты показывают, что количество воды в нем примерно в два раза превышает объем воды в Мировом океане на нашей планете. Пока астрономы могут лишь приблизительно оценить толщину льда, покрывающего этот океан. Некоторые полагают, что она достигает сотни километров, другие ограничиваются цифрой 10–15 километров.

Ученые пока не могут детально описать процессы, протекающие в недрах Европы. До недавнего времени считалось, что вода здесь не замерзает потому, что под действием приливных сил твердый остов спутника постоянно деформируются, и это приводит к выделению значительного количества тепла.

Однако в 2008 году Роберт Тайлер из Вашингтонского университета показал, что за счет процессов, протекающих в глубинах самого океана, может вырабатываться примерно в 2000 раз больше тепла, чем считалось ранее. Благодаря приливным силам, создаваемым Юпитером, в океане Европы могут возникать особого рода волны, и это приводит к выделению огромного количества кинетической энергии. За счет этих волн Европа разогревается гораздо эффективнее, чем за счет любых других факторов.

Возможно, в этом океане имеются даже такие образования, как «черные курильщики» – своего рода оазисы подводной жизни. На нашей планете в окрестностях этих гидротермальных источников, расположенных на дне океана, можно встретить популяции микроорганизмов, приспособленных к самым суровым

условиям и готовых жить в вечной темноте. Там даже обитают трубчатые черви метровой длины и креветки. Они беззаботно плещутся в воде, поедая микроорганизмы, которых там видимо-невидимо.

А почему бы подобному сообществу не прижиться и на Европе? Не раз высказывались предположения, что в здешнем океане могла бы существовать жизнь. Почему бы там не оказаться архебактериям – древнейшей форме микроорганизмов? Ученые полагают, что на дне тамошнего океана тоже имеются гейзеры или вулканы, выбрасывающие ледяную массу. Под действием притяжения Юпитера каменная мантия спутника деформируется, растрескивается, смещается. В этих зонах активной тектонической деятельности вполне могли бы поселиться бактерии. Ведь вода, тепло и органические молекулы, как подчеркивают астрономы, «это основные составляющие жизни».

Сообщество бактерий могло зародиться еще миллиарды лет назад, когда Юпитер напоминал второе Солнце. Он светился раскаленным газовым шаром, и потому на соседних с ним лунах было сравнительно тепло. Впоследствии Юпитер остыл, Европа покрылась льдом, но жизнь могла приспособиться и к этим изменившимся условиям. По крайней мере некоторые организмы, населяющие Землю, умеют претерпевать, казалось бы, самые неподходящие для них условия.

Люди давно задаются вопросом: «Есть ли жизнь во Вселенной?» Быть может, ответ на этот важнейший вопрос, одолевающий человечество, таится буквально «у порога Земли». Если это так, то наши представления о Вселенной во многом изменятся. Неужели космос и впрямь изобилует жизнью? В последние десятилетия мы как-то отвыкли от этой мысли. Вселенная стала казаться нам безжизненной ледяной пустыней. Пример Европы убеждает в том, что даже подо льдом может теплиться жизнь.

Впрочем, по сообщению журнала «New Scientist», ученые НАСА еще несколько лет назад, оценивая результаты экспедиции «Галилео», пришли к выводу, что условия, существующие на Европе, гораздо враждебнее всему живому, чем считалось прежде. Например, на поверхности спутника обнаружены участки, покрытые концентрированной серной кислотой. Предположительно она проникла сюда из недр планеты – из простирающегося там океана. Источником серы могут являться подводные вулканы.

Никаких следов существования жизни на Европе пока не найдено. Ясность должны внести последующие экспедиции. Давно говорится о доставке на Европу «криобота» – зонда, который

совершит посадку на этой планете, расплавит участок льда, а затем спустит под лед миниатюрную подводную лодку. Пока же следует завершить рассказ о Европе словами, которые произнес писатель Артур Кларк: «Я надеюсь, что там есть жизнь».

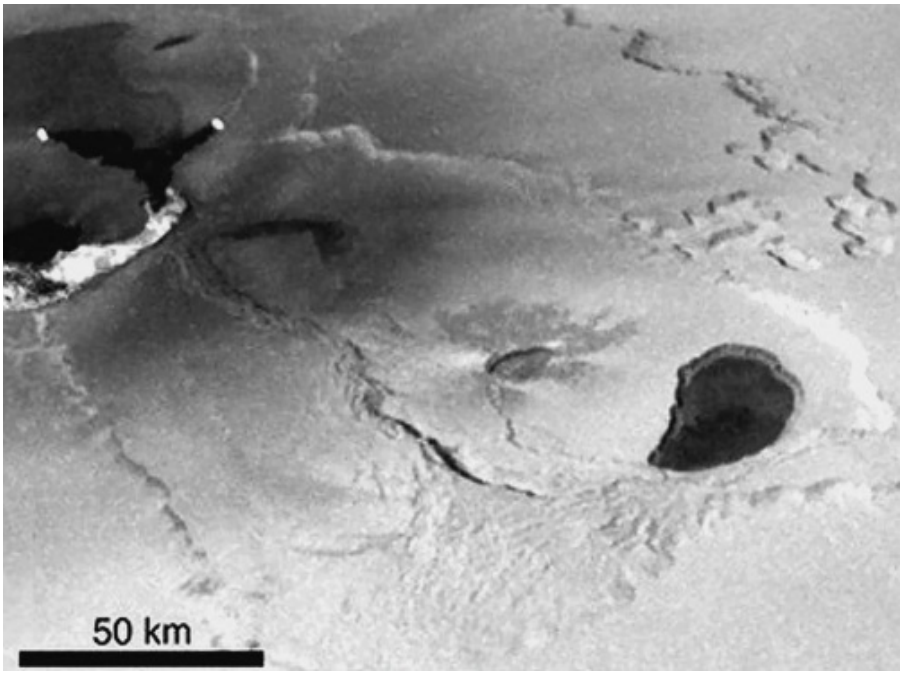
Огненный мир Ио

Еще в начале 1979 года, когда межпланетный зонд «Вояджер-1» находился на пути к Юпитеру, теоретики рассчитали, что, очевидно, Ио окажется «наиболее разогретым объектом Солнечной системы». Как можно предположить, на поверхности Ио «периодически возобновляются извержения вулканов».

Эти пророческие слова содержались в статье, написанной тремя американскими учеными и опубликованной в «Science» в канун прибытия «Вояджера» к цели. Там действительно обнаружились вулканы. Еще эффектнее было случайное открытие, сделанное 8 мая 1979 года, когда «Вояджер» уже взял курс на Сатурн. Его фотокамера зафиксировала на обратной стороне Ио громадные фонтаны. Этот спутник проявлял активность!

Теперь мы знаем, что Ио – вероятно, единственная, помимо Земли, планета Солнечной системы, где есть действующие вулканы. Однако если на Земле они расположены в зонах геологической активности, прежде всего, вдоль границ литосферных плит (пример тому – Тихоокеанское огненное кольцо), то на поверхности Ио вулканы распределены почти равномерно. При этом они выбрасывают примерно в сто раз больше лавы, чем земные вулканы, и лава эта необычайно раскалена.

Ио – это поистине огненная планета. Здесь постоянно происходят извержения вулканов. Всего за четыре месяца, разделивших визиты к этой планете зондов «Вояджер-1 и 2», в одних регионах Ио извержения прекратились, в других, наоборот, начались. По этой причине карта спутника все время обновляется, в чем убедился зонд «Галилео», прибывший к Ио двадцать лет спустя.



Ио, вероятно, единственная, помимо Земли, планета Солнечной системы, где есть действующие вулканы

Наиболее примечательная особенность рельефа Ио – сотни вулканических кальдер, диаметр которых достигает 400 километров, а глубина – нескольких километров. Есть здесь и многочисленные озера из расплавленной серы. Поверхность планеты переливается самыми разными цветами. Эту окраску ей придают отложения серы и различных сернистых соединений. Обширные участки покрыты потоками лавы, растянувшимися подчас на несколько сотен километров. Обнаружены здесь и «горячие точки». Их температура достигает почти 2000 кельвинов. Возможно, это – потоки расплавленных силикатов. Недавние наблюдения, проделанные Космическим телескопом имени Хаббла, показали, что этот материал насыщен натрием.

Происходящее на Ио напоминает процессы, наблюдавшиеся на Земле свыше трех миллиардов лет назад. До первой экспедиции межпланетного зонда к Юпитеру большинство астрономов было уверено в том, что поверхность его спутников, в том числе Ио, усеяна метеоритными кратерами, как и поверхность Луны. Ожидания не оправдались. Возраст поверхности Ио – всего несколько миллионов лет. Здесь почти нет кратеров – растекающаяся лава быстро сглаживает их.

По мнению астрономов, вулканические извержения продолжаются на Ио уже миллиарды лет. Они начались вскоре после того, как Юпитер и его крупнейшие луны образовались из

протопланетного облака. Этим буйством огненной стихии спутник обязан своей близостью к Юпитеру. Он расположен от него на расстоянии всего 420 тысяч километров. Орбита Ио пролегает там, где пересекаются гравитационные поля Юпитера и соседних спутников, Европы и Ганимеда. Они буквально растягивают эту луну в разные стороны. Это ведет к возникновению мощных приливных сил, которые сминают недра Ио, словно тесто. На Ио действие этих сил ощущается в 6000 раз сильнее, чем на Луне. За счет внутреннего трения планета разогревается – вот так можно накалить проволоку, перегибая ее из стороны в сторону. Именно этот перегрев и стал причиной бурного вулканизма на Ио.

Поначалу химический состав всех четырех крупных лун Юпитера был схож, однако за миллиарды лет Ио совершенно преобразилась. За одно столетие здешние вулканы выбрасывают такое количество лавы, что ее хватило бы на то, чтобы покрыть всю планету слоем толщиной в один сантиметр. Из-за постоянного разогрева все содержавшиеся на этой планете легкоплавкие, летучие вещества испарились. Давно исчезла вода, и теперь поверхность Ио усеяна серой, в то время как остальные три луны покрыты в основном водяным льдом. Впрочем, когда-нибудь с поверхности Ио улетучится и сера, но там станет только жарче. Лишь через два-три миллиарда лет, по оценке астрономов, Ио вырвется из своей «приливной ловушки» и начнет остывать.

Пока же на Ио зафиксирован рекордный для планет Солнечной системы перепад температур. Поистине здесь сошлись лед и пламень. В районе вулканов Ио температура достигает 1700 °С, там же, где их нет она равна 190 градусам ниже нуля. Это заставляет переосмыслить природу вулканизма на Ио. Если бы все сводилось лишь к выбросам серы, то температура в районе вулканов не превышала бы 1000 °С. Здесь же, вероятно, имеет место еще и выброс раскаленных базальтовых лав. Фонтаны, взметнувшиеся на полтысячи километров ввысь, образуются, когда диоксид серы проникает в базальтовый расплав.

В феврале 2001 года на Ио произошло крупнейшее извержение вулкана, которое когда-либо наблюдалось в нашей планетной системе. Площадь, охваченная им, составила около 1900 квадратных километров. Как показали измерения, проведенные зондом «Галилео», во время этого события вулкан Сурт выделил такое же количество тепла, как вся остальная поверхность Ио, включая все другие вулканы, действующие на этой луне.

Зонд «Галилео» обнаружил на Ио и горы высотой до 9 километров. Они не вулканического происхождения; они

образовались в результате каких-то тектонических процессов. Очевидно, Ио обладает прочной корой – иначе бы планета не выдержала подобной «тяжести».

Под корой же Ио простирается мощный слой частично расплавленной магмы, который начинается уже на глубине 30 километров. К такому выводу пришли в 2011 году исследователи, проанализировав сведения, собранные почти десять лет назад зондом «Галилео».

«Поразительная вулканическая активность и очень высокая температура лавы свидетельствуют, что на Ио имеется глобальный резервуар магмы, однако доказать это долго не удавалось», – сообщает со страниц журнала «Science» Кришан Хурана из Калифорнийского университета. Тогда ученые заглянули внутрь Ио с помощью… Юпитера..

Эта планета обладает мощным магнитным полем, сквозь которое движется Ио. Поэтому в атмосфере спутника возбуждаются электрические токи. Потенциал создаваемого напряжения достигает 400 тысяч вольт. В таких условиях атомы ионизуются и улетучиваются в космическое пространство. Каждую секунду Ио теряет несколько тонн вещества, которое в виде плазмы перетекает к Юпитеру, образуя вокруг него кольцо. Пересекая это месиво плазмы, Ио вызывает возмущения в магнитосфере Юпитера. В его сторону устремляются волны заряженных частиц, заставляя его воздушную оболочку светиться. Наблюдаются вспышки – такие же яркие, как сполохи полярного сияния. Но, по оценке ученых, Ио может оказывать такое влияние на магнитосферу Юпитера только в том случае, если располагает слоем магмы толщиной не менее полусотни километров, причем более 20 % магмы должно пребывать в жидком состоянии.

Наблюдения за Ио в телескопы также дали любопытные результаты. Так, Джон Спенсер из обсерватории Ловелла в Аризоне определил, что там наблюдаются резкие перепады плотности атмосферы: этот показатель разнится примерно в десять раз. Аномалии обусловлены активностью здешних вулканов. На полюсах же Ио воздушная оболочка и вовсе по непонятной причине отсутствует.

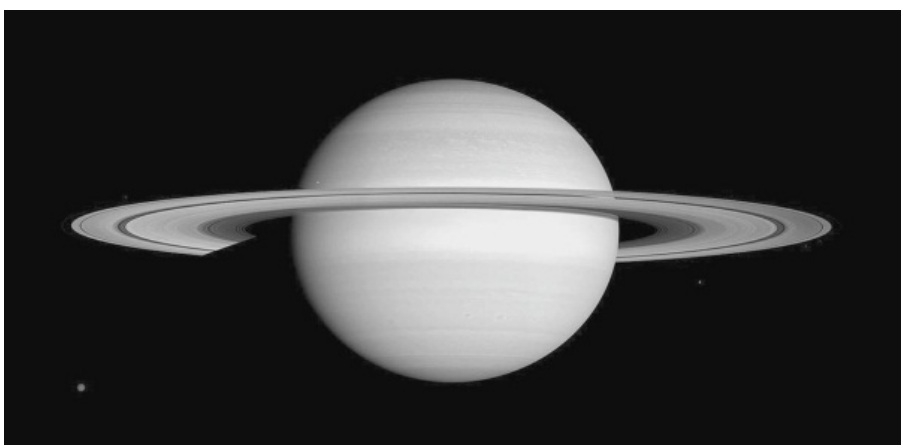
А что еще любопытного приберегла для исследователей эта огненная луна?

Тайна происхождения колец Сатурна

В 1655 году нидерландский ученый Христиан Гюйгенс первым распознал кольцо в загадочных выступах, сопровождавших Сатурн. Но лишь четыре года спустя, убедившись в своей правоте, он объявил со страниц книги «Система Сатурна», что Сатурн «кольцом окружен тонким, плоским, нигде не прикасающимся, к эклиптике наклоненным».

В 1675 году директор Парижской обсерватории Джованни Доменико Кассини обнаружил внутри кольца черную полосу (позднее ее назвали «делением Кассини»). Она рассекала его на две части – их стали именовать кольцами А и В. Он же первым предположил, что кольца состоят из отдельных частиц.

Отныне гипотезы следовали одна за другой. На протяжении нескольких столетий таинственные кольца Сатурна неизменно привлекали внимание астрономов. Чем совершеннее становились телескопы, тем сложнее казалась структура колец. Сегодня – благодаря межпланетным зондам, побывавшим близ Сатурна, – мы знаем о них очень много. Астрономы насчитывают уже более 100 тысяч отдельных колец, окружающих планету. Они различаются по своему химическому составу и окраске. История их возникновения по-прежнему вызывает немало вопросов. Ученые продолжают выдвигать все новые гипотезы, объясняющие природу колец.



На протяжении нескольких столетий таинственные кольца Сатурна неизменно привлекали внимание астрономов

В XIX веке французский астроном Эдуард Альбер Рош предположил, что один из спутников Сатурна настолько сблизился с планетой, что был разорван приливными силами, и

из его обломков возникли кольца, окружающие теперь Сатурн. Ни один спутник, преодолевший так называемый «предел Роша», не может уцелеть; рано или поздно он распадется, образуя очередное кольцо, которое со времени осядет на планету. В любом случае, кольца, считают сторонники этой гипотезы, явление временное. Нам повезло жить в ту эпоху, когда сразу несколько крупных планет окружены ими.

По другой гипотезе, кольца образовались после столкновения одного из спутников Сатурна с крупным метеоритом. Многочисленные осколки, усеявшие окрестности планеты после коллизии, и послужили материалом, из которого формировались кольца. Расчеты показывают, что их возраст не превышает 100 миллионов лет.

Теперь известно, что кольца Сатурна на 90–95 % состоят из водяного льда. А вот небесные тела, которые могли бы послужить материалом для них, хотя бы наполовину состоят из различных силикатов и металлов. Поэтому кольца Сатурна тоже должны были бы содержать хотя бы несколько десятков процентов этих материалов. Разрешить это противоречие могут только новые гипотезы.

А что если кольца Сатурна, как и ближайшие к нему спутники, образовались вследствие одной и той же катастрофы? Такую догадку выдвинула в 2010 году американский астрофизик Робин Кануп. По ее предположению, в далеком прошлом вокруг Сатурна обращался еще один такой же крупный спутник, как Титан. Его ядро состояло из силикатов и железа, и он был покрыт мощным ледяным панцирем. Приблизившись к планете на расстояние, равное пределу Роша, он под действием приливных сил сбросил с себя эту ледяную оболочку, и та, постепенно распадаясь на все более мелкие части, стала кружить возле Сатурна, образовав многочисленные кольца. Что же касается железокаменного ядра спутника, оно рухнуло на Сатурн.

Расчеты показали, что кольца Сатурна когда-то весили в тысячи раз больше, чем теперь. Однако астероиды и кометы, иногда врезавшиеся в них, выбивали часть материала. Из него могли сформироваться внутренние спутники Сатурна – например, Тефия. В то же время силикаты и металлы, которые содержались в астероидах, пополняли материал колец – так появились те 5—10 % примесей, которые там обнаруживают.

Впрочем, у этой гипотезы, как и у других, о которых мы говорили, есть одни и те же недостатки. Например, после разрушения спутника возникают обломки самых разных размеров – от кубиков льда до ледяных гор, протянувшихся на десятки километров. На деле же ни одна из льдин, образовавших кольца,

не превышает в длину 10 метров. Другое дело, если кольца Сатурна возникли одновременно с планетой! Тогда – из-за мощного противодействия гравитации – мелкие льдинки не могли бы сбиться даже в комья размером с дом. Кроме того, разрушение спутника, – это чистая случайность, а кольцами окружены все планеты-гиганты, поэтому в случайность не очень-то верится. Многие астрономы склонны теперь считать, что кольца вокруг планет сформировались одновременно с ними.

Значит, эти кольца состоят из вещества, сохранившегося со времен возникновения Солнечной системы? В ту пору вокруг Солнца обращался громадный газопылевой диск, из материала которого одна за другой рождались планеты. Остатки же космических заготовок – все эти ледышки и пылинки – теперь вращались среди новоиспеченных планет, постепенно скатываясь в комья спутников. Однако те могут возникнуть только в некотором отдалении от планеты, иначе быстро разрушатся. Поэтому близ планет-гигантов некоторое время сохранялись фрагменты газопылевого диска, образовавшие затем отдельные кольца. Из-за частых столкновений друг с другом, а также действия мощных приливных сил все эти крупицы и комья так и не составили один-единственный спутник. В случае если эта гипотеза верна, материал колец постоянно пополняется веществом с поверхности спутников Сатурна – иначе бы кольца испарились за несколько сотен миллионов лет.

Тем временем астрономы обнаруживают все новые кольца Сатурна. Так, несколько лет назад было замечено неизвестное прежде громадное кольцо. В принципе, системы колец планет-гигантов довольно малы по сравнению с самими планетами. По оценке астрономов, их радиус не превышает 5—10 радиусов планеты. Так, радиус самого большого из известных до недавнего времени колец Сатурна – кольца Е – не превышал 10 радиусов Сатурна (его экваториальный радиус – 60 тысяч километров).

Как показывают наблюдения, внешние кольца Сатурна постоянно подпитываются пылью, вылетающей с поверхности его спутников после столкновений с микрометеоритами. Именно из нее и состоит кольцо, обнаруженное только в 2009 году. Его радиус составляет от 100 до 200 радиусов Сатурна, и сформировано оно из пыли, выброшенной с поверхности Фебы, самого далекого и темного спутника планеты. Обнаружить новое кольцо удалось благодаря инфракрасному излучению, которое оно испускает. В отличие от других колец Сатурна оно располагается не в экваториальной плоскости планеты, а в плоскости орбиты, по которой та обращается вокруг Солнца. Угол между двумя плоскостями составляет около 27 градусов.

Плотность этого кольца – всего 20 частиц на кубический километр (!). По словам астронома Энн Вербискер из Виргинского университета, руководившей исследованием, «частицы кольца располагаются так далеко друг от друга, что, если оказаться внутри него, сразу даже не заметишь этого». Тем более, что размер частиц зачастую не превышает нескольких микрометров.

Похоже, что пылинки, вылетающие из этого кольца, оседают на обращенную к нему поверхность еще одного спутника Сатурна, Япета. Это объясняет странный облик этой луны. Она отчетливо делится на две половины, светлую и темную. По оценке ученых, высота слоя пыли, покрывающего одну из ее сторон, составляет от 20 сантиметров до нескольких метров.

Возможно, тайну колец Сатурна прояснит зонд «Кассини». Окончание его миссии намечено на 2017 год, но прежде чем он сгорит в атмосфере Сатурна, он исследует его кольца, определит количество примесей, которые те содержат, и оценит массу колец.

Странные озера Титана

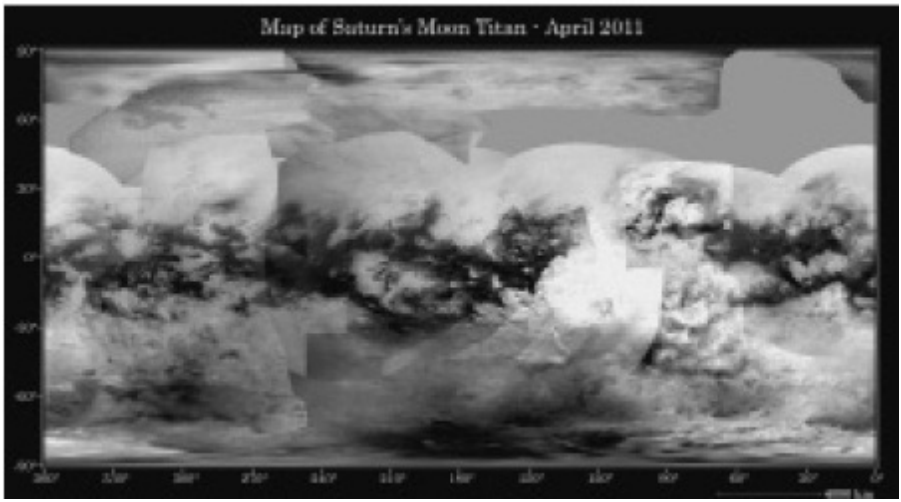
Немало загадок хранят и спутники Сатурна. Один из них – Титан. У громадной планеты и спутник ему под стать. Диаметр Титана – 5150 километров. Эта луна лишь немного уступает Марсу. Средняя плотность Титана, впрочем, невелика. Очевидно, он состоит из каменного ядра и обширной ледяной оболочки толщиной примерно в 80 километров.

Наблюдателю, попавшему на Титан, открылась бы удивительная картина. Высоко над горизонтом светятся огромные кольца Сатурна, рассекающие небо, словно молнии. Колышутся оранжево-красные тучи, отразившиеся в великих озерах из жидкого метана. Вулканы выбрасывают ввысь фонтаны воды и аммиака. Проносятся смерчи, проливаются метановые дожди…

Странным кажется этот мир, но все же он существует – и в последние годы все больше привлекает внимание исследователей.

С тех пор, как в 1655 году Христиан Гюйгенс открыл Титан, о нем мало что было известно. Под завесой облаков скрывалось, по словам астрономов, «самое большое белое пятно на карте Солнечной системы». Титан – единственный спутник в нашей планетной системе, окруженный плотной атмосферой, непроницаемой для оптики телескопов. Она состоит в основном из азота с примесью метана. Ее толщина достигает 300 километров. Близ поверхности Титана ее плотность примерно в 5 раз выше, а давление – в 1,5 раза выше, чем на нашей планете. Пока ученые не могут ответить на вопрос, почему у Титана такая мощная атмосфера, в то время как другие луны ее лишены.

Известный американский астроном Карл Саган после полетов зондов «Вояджер-1 и -2» первым предположил, что эта воздушная оболочка по своему составу весьма похожа на атмосферу нашей планеты в далеком прошлом. Процессы, протекающие на Титане, напоминают то, что происходило на Земле незадолго до того, как там зародилась жизнь. С тех пор разговоры об этом слышатся постоянно, хотя, по мнению ряда астрономов, сама постановка вопроса ошибочна. «Мы не можем точно установить, как выглядела тогда атмосфера Земли. Судя по имеющимся у нас моделям, она состояла в основном из азота и углекислого газа. Метан же в ней стал появляться благодаря бактериям», – отмечает геохимик Джеймс Кастинг из Пенсильванского университета.



Карта Титана

Наблюдения, проведенные в середине 2000-х годов зондами «Кассини» и «Гюйгенс», позволили узнать немало нового о Титане. Так, в июле 2006 года близ его северного полюса были обнаружены обширные темные области: сигналы радиолокатора буквально «тонули» в них. По мнению участника проекта «Кассини» Ларри Содерблома и его коллег, описавших свое открытие на страницах журнала «Nature», зонд обнаружил на Титане настоящий «озерный край». Здесь простирались десятки озер, достигавших в поперечнике от 3 до 70 километров. Они были заполнены очень чистой, прозрачной жидкостью – смесью метана и этана.

Три самых крупных озера, открытых на Титане, назвали «морями»: море Кракена, море Лигеи и море Пунги. Площадь каждого превышает 100 тысяч квадратных километров, а море Кракена можно сравнить с Каспийским морем. Его площадь – около 400 тысяч квадратных километров.

Озера распределены очень неравномерно. Ими покрыта примерно десятая часть всего северного полушария, в то время как в южном полушарии они занимают лишь 0,4 %. Первоначально астрономы полагали, что это объясняется различным составом грунта на Титане – тем, что в южной части планеты жидкость легче просачивается в грунт. Однако анализ его химического состава не выявил предполагаемых различий. Поэтому возникла догадка, что карта Титана разительно меняется в зависимости от сезона. В последние годы дожди шли в основном в северном полушарии, и здесь образовались многочисленные озера, в то время как на юге наступила засуха. Проблема в том, что эта гипотеза может объяснить лишь появление озер глубиной несколько метров. Однако в среднем их

глубина на Титане составляет несколько сотен метров. За пятнадцать лет, пока в этой части планеты идут затяжные дожди (год здесь длится 29,5 земных лет), озера такой глубины не могут появиться или полностью высохнуть. Может быть, осадки, выпадающие на Титане, распределены очень неравномерно? Метан, испаряясь в южном полушарии планеты, перетекает на север и там проливается дождями – поэтому там больше озер?

Мы наблюдаем на этой луне настоящий круговорот метана – подобно круговороту воды на Земле. Он встречается в жидком, газообразном и твердом состояниях – все зависит от температуры и атмосферного давления. В зимний период метан конденсируется, а затем в виде осадков выпадает на поверхность, где скапливается в ложбинах или испаряется, чтобы вновь просыпаться снегом или пролиться дождем. В летнее время он стремительно испаряется; озера мелеют или полностью пересыхают. Нигде в Солнечной системе мы не встречаем ничего подобного.

А не могут ли эту планету населять микроорганизмы, выделяющие метан? Некоторые исследователи уже высказывали догадку, что на Титане могла бы возникнуть жизнь в виде бактерий, питающихся «углеводородным снегом» и выделяющих метан.

По мнению французского химика Даниэля Кордье, микроорганизмы, обитающие в озерах и морях метана, могли бы использовать энергию, которая получается при реакции водорода и ацетилена. Впрочем, его коллеги настроены скептично. Ведь для выживания микробов важно не столько наличие ацетилена в озерах, сколько постоянное перемешивание углеводородов. Только благодаря этому ацетилен и водород могут вступать в реакцию.

Энтузиастов разочаровали и данные, собранные зондом «Гюйгенс»: метан поступает в атмосферу главным образом из глубин планеты, а не с ее поверхности. «Этот метан не биологического происхождения, а геологического: он высвобождается из недр Титана, где скопился еще в пору его формирования», – отмечает американский астроном Хассо Ниманн.

Новости с Титана продолжают прибывать. По словам астрономов, его поверхность похожа на калейдоскоп, и никогда не знаешь, что увидишь в следующий раз. Так, на радиолокационных снимках обнаружились темные дюны высотой от 100 до 150 метров – наподобие тех, что можно увидеть у нас в Намибии или Сахаре. Возможно, на Титане имеются и особые вулканы – «льдодышащие горы», которые выбрасывают

замерзшую лаву, а также клубы газов.

Пейзажи Титана порой удивительно напоминают что-то родное, земное. Вот длинный ряд заснеженных вершин высотой до 2000 метров – еще один знакомый, прямо-таки альпийский образ. Этот горный хребет, похожий на складчатые горы у нас на Земле, сложен из пористого водяного льда. Его вершины покрывает необычный снег – россыпь кристалликов метана или других органических веществ.

Наличие такой особенности рельефа побуждает строить догадки о том, что ландшафты Титана могут быть порождены привычными для Земли грозными силами – перемещениями литосферных плит. Или же эти горы образовались потому, что на протяжении всей своей истории Титан постепенно сжимался, и на его поверхности возникали «складки»? По расчетам Джузеппе Митри из Калифорнийского технологического института, за 4,5 миллиарда лет радиус Титана уменьшился на 7 километров. Эта «усушка» и может вызвать появление складчатых гор. Впрочем, подобная гипотеза отнюдь не нова. Еще в XIX веке геологи объясняли возникновение таких гор, как Гималаи и Альпы, тем, что Земля сжималась. Лишь в 1960-е годы возобладала теория глобальной тектоники плит.

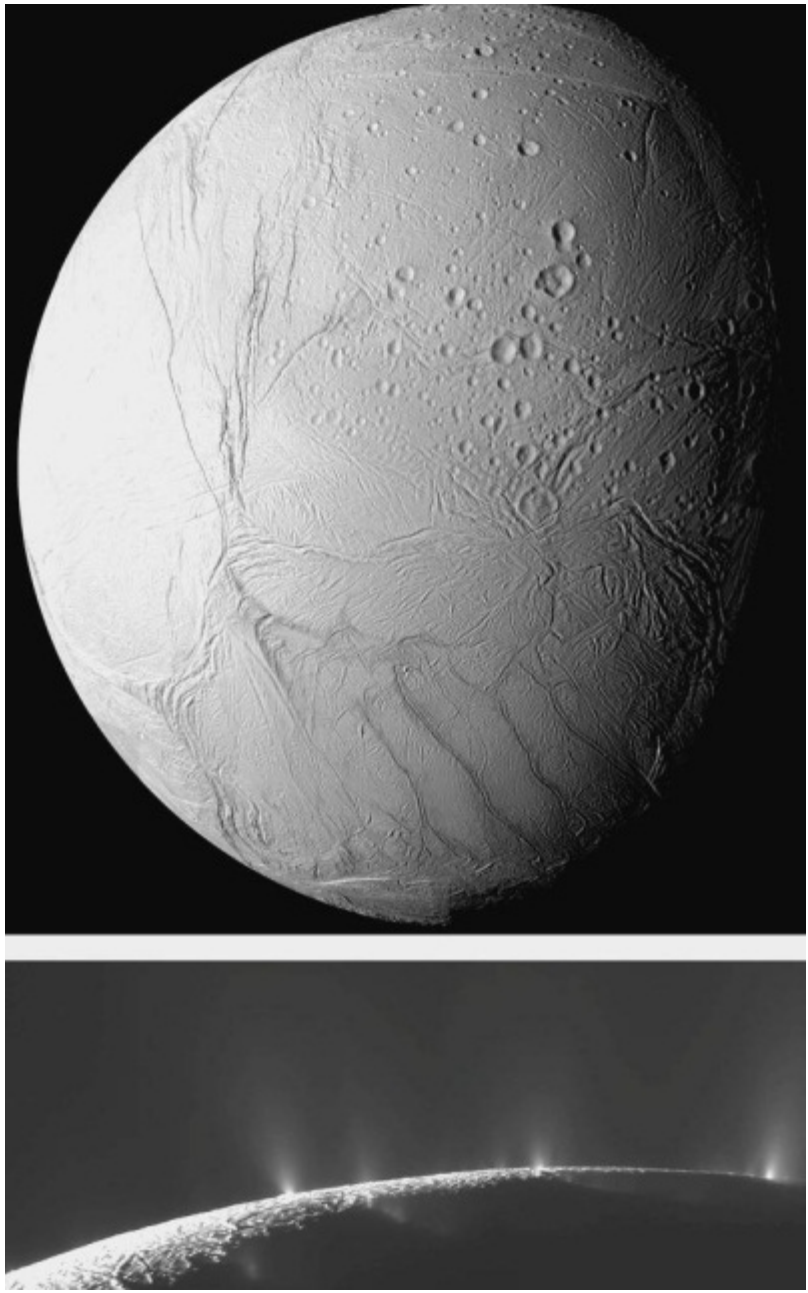
Пока мы только начинаем понимать природу Титана. Нас ждет еще немало открытий.

Грандиозные фонтаны Энцелада

Один из шестидесяти спутников Сатурна, Энцелад, если чем и запомнился астрономам прежде, то своей слепящей белизной. Ведь его отражательная способность – альбедо – приближалась к 100 процентам. У Энцелада самый высокий показатель альбедо среди планет Солнечной системы. Для сравнения: Луна отражает лишь 11 % света, и потому наши ночи так темны.

Плотность Энцелада – 1,29 граммов на кубический сантиметр – лишь немного превосходит плотность воды, так что спутник, очевидно, в основном состоит из водяного льда. Сравнительно небольшой ледяной ком, достигающий в поперечнике лишь 500 километров, – таков Энцелад, еще одна мертвая глыба, витающая в космосе. На поверку глыба оказалась «громокипящей». Это – одно из самых геологически активных тел Солнечной системы.

Ослепительно белый Энцелад залит льдом, как бескрайний каток. В северном полушарии эту равнину еще прорезают частые рытвины кратеров, но чем ближе к южному полюсу, тем тщательнее отполирован лед. Ямки затянуло им, будто откуда-то, шутили ученые, из шланга, замаскированного на полюсе, миллионы лет хлещет вода, мигом выстуживаясь и стирая неровности ландшафта.



Спутник Сатурна Энцелад и его ледяные гейзеры

В самом деле, на фотографиях, присланных зондом «Кассини», – а в 2008 году он приблизился к Энцеладу на расстояние 25 километров, – отчетливо были видны гейзеры близ его южного полюса. Время от времени здесь взлетают фонтаны водяного пара и замерзающих тут же капель воды, взмывая на высоту до 750 километров. Кристаллики льда мчатся с поразительной скоростью – до 2180 километров в час, а затем

просыпаются инеем на поверхность луны, стирая щербины древних кратеров, или, отдалившись от нее, притягиваются Сатурном и, долетев до ближайшего кольца, опоясавшего планету, ввиваются в густую череду катышков льда. Каждую секунду с поверхности Энцелада уносится в космос до килограмма ледяной крупы, пополняющей кольцо Е.

С этого спутника взметывается столько вещества, что меняется даже магнитное поле Сатурна. Оно заметно деформировано близ южного полюса Энцелада. Это обусловлено тем, что Энцелад окутан облаком ионизованных частиц – у него есть своя атмосфера. Она состоит, прежде всего, из водяных паров, а также содержит углекислый газ, азот, водород и моноксид углерода. Почему такой крохотный спутник обладает воздушной оболочкой, ведь его массы недостаточно, чтобы удерживать атмосферу, пусть и очень разреженную? Окрестности Сатурна изобилуют атомами водорода и кислорода. Они образуются вследствие разложения молекул воды, покидающих Энцелад. Очевидно, воздушная оболочка спутника постоянно пополняется этими газообразными веществами. Гейзеры, словно сердце человека, пульсируют, продлевают ей жизнь.

По признанию астрономов, открытие гейзеров на Энцеладе явилось для них полной неожиданностью. До сих пор было известно, что действующие вулканы или гейзеры имеются лишь на трех планетах Солнечной системы – Земле, Ио и Тритоне, спутнике Нептуна. Что же до Энцелада, то ледяная пыль, как полагали, взлетает над ним после падений микрометеоритов.

Но раз есть гейзеры, имеются, наверное, и скопления воды, питающие их? Очевидно, подо льдом, покрывшим Энцелад, простирается незамерзающий океан. Вода там, по-видимому, соленая. В ней должен быть растворен хлорид натрия, то есть поваренная соль, ведь в струях, выбрасываемых из недр Энцелада, астрономы обнаружили натрий.

На фотографиях, сделанных в окрестности южного полюса, хорошо видны зеленоватые «тигровые полосы» – протянувшиеся параллельно разломы в толще льда. Их длина достигает 130 километров, а температура на пару градусов выше, чем окружающей местности. Предположительно, отсюда вырываются струи разогретой воды. В окрестности «тигровых полос» лед очень молод. По некоторым оценкам, его возраст составляет от 10 до 1000 лет.

В само существование океана здесь не верилось, ведь спутник находится в полутора миллиардах километров от Солнца и получает в сто раз меньше солнечного тепла, чем Земля. Поэтому вся жидкая вода здесь должна была давно заледенеть. Очевидно,

недра спутника разогреваются под действием мощных приливных сил, буквально сминающих его, ведь с одной стороны, его притягивает к себе Сатурн, а с другой – соседние спутники – Мимас, Тефия и Диона.

Вот только почему разогревается лишь одна из областей спутника? Так, если на экваторе Энцелада температура равна всего 80 кельвинам (–193 °С), то на южном полюсе, который менее всего освещен солнечными лучами и где, как ожидалось, будет еще холоднее, – 110 кельвинам.

Лишь в 2007 году появилась убедительная модель, объясняющая особенности геологии Энцелада. Спутник движется по очень вытянутой траектории, расстояние от него до Сатурна, вокруг которого он обращается всего за 33 часа, периодически меняется. Поэтому сила притяжения Сатурна по-разному действует на него в различных точках его орбиты. Все зависит от того, как близко Энцелад поворачивается той или иной частью к соседней планете. Эти неравномерные нагрузки приводят к тому, что недра спутника то сжимаются, то растягиваются. Ввиду этих деформаций края ледяных разломов сдвигаются примерно на полметра – вперед, назад. Возникающего при этом трения достаточно, чтобы разогреть и даже растопить лед – при условии, что толщина ледяного щита составляет не менее пяти километров.

Исследователи из Германского центра авиации и космонавтики также опубликовали на страницах журнала «Icarus» модель процессов, протекающих в недрах Энцелада. Согласно их выводам, в районе южного полюса к поверхности планеты поднимается теплый лед, в то время как в другой области планеты наблюдается, наоборот, погружение холодного льда в глубь Энцелада. Вероятно, это происходит на северном полюсе. По оценке ученых, мощность, которая необходима, чтобы приводить в движение эти потоки, соответствует мощности двух крупных атомных электростанций. По-видимому, их заменяют в этом случае приливные силы, действующие на планету. Впрочем, пока не доказано, что эти силы могли пробудить в недрах Энцелада такого рода геологическую активность. Для ученых остается также загадкой, почему на соседней луне – Мимасе – не наблюдается никаких признаков подобной активности, хотя эта планета еще в большей степени подвергается воздействию приливных сил?

В последние годы астрономы много говорят о том, что среди мертвой космической бездны Энцелад, как и Европа, – эти луны, где плещется, теплится вода, – могут стать оазисами жизни, такими, как у нас на Земле «черные курильщики».

Планеты-гиганты – Сатурн и Юпитер – до сих пор излучают больше энергии, чем получают ее от Солнца. По мнению ряда астрономов, моря и океаны, покрывавшие спутники этих планет, долгое время не замерзали. Эти небольшие луны были настоящими водными мирами, где могла зародиться или найти приют жизнь, где сложились благоприятные условия для того, чтобы жизнь развивалась.

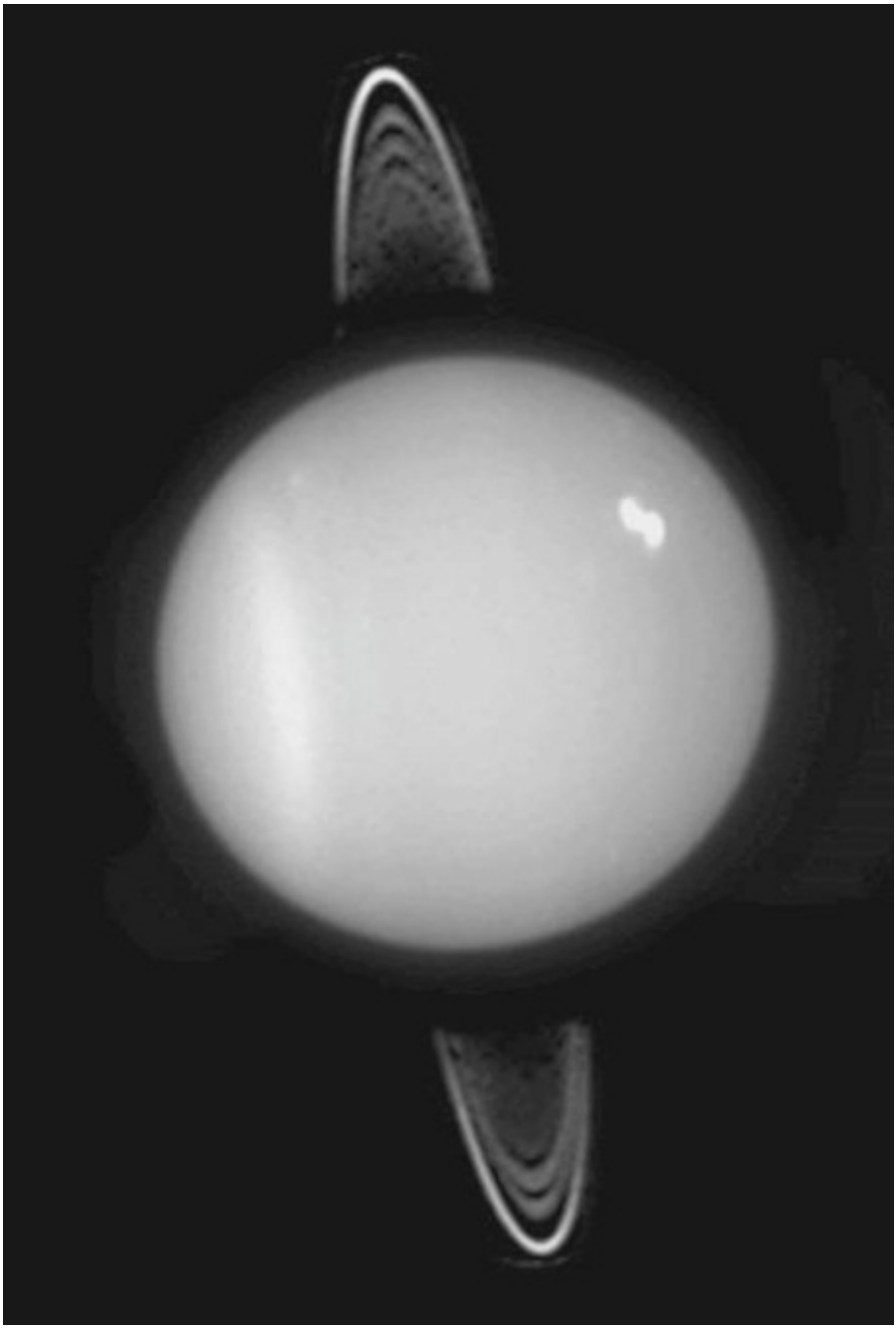
Вот и на Энцеладе есть вода, мощные воздушные потоки и простые органические соединения (в районе «тигровых полос» нашли метан и пропан). «За четыре с половиной миллиарда лет из этих компонентов могли возникнуть простейшие кирпичики жизни. Пока не ясно, случилось ли это, но теперь уже нельзя не принимать в расчет, что, наряду с Марсом и Европой, жизнь можно искать и здесь, на этом крохотном спутнике», – отмечает один из руководителей программы «Кассини», Роберт Браун. Однако пока ученые могут лишь фантазировать об этом.

Уран, спящий на боку

В самом названии – «Уран, спящий на боку» – таится одна из главных его загадок. Он движется совсем не так, как остальные планеты. Он не вращается юлой, он… «лежит на боку». Так говорят, потому что ось вращения Урана находится едва ли не в плоскости его орбиты, тогда как у остальных крупных планет она почти перпендикулярна ей. Причина такого сильного наклона оси не ясна. Чаще всего полагают, что на ранней стадии своего существования Уран столкнулся с крупным небесным телом и «опрокинулся».

Откуда взялся этот объект, преградивший Урану путь? А откуда, вообще, там появился Уран? Существование таких планет, как Уран и Нептун, расположенных далеко на периферии Солнечной системы, не вписывается в современные теории ее происхождения. Они слишком велики, чтобы сформироваться из вещества, которое оставалось на окраине протопланетного облака. Возможно, полагают некоторые ученые, они возникли гораздо ближе к Солнцу, но из-за гравитационных возмущений, вызываемых Юпитером, постепенно переместились на очень отдаленные орбиты. Впрочем, компьютерные модели показывают, что Уран и Нептун все-таки могли возникнуть близ своих нынешних орбит.

Все гигантские планеты, кроме Урана, обогреваются собственным теплом. Им помогают их внутренние «электростанции».



Ось вращения Урана находится едва ли не в плоскости его орбиты

Вот, например, из недр Юпитера постоянно притекает тепло. Откуда оно берется? Возможны три источника. Во-первых, эта планета оказалась великолепным аккумулятором. Она накопила очень много тепла во время своего формирования и теперь

медленно расстается с ним, постепенно остывая. Во-вторых, тепло выделяется за счет перемешивания вещества в недрах Юпитера. Более плотный гелий погружается к центру планеты, а водород всплывает. От движения этих газовых потоков планета разогревается, одновременно сжимаясь. В-третьих, в атмосферу Юпитера то и дело на огромной скорости врываются метеориты. Это также подогревает планету.

На Уране этот механизм почему-то не работает. Он не обогревается изнутри. Он, единственный, «живет по средствам». Если все другие газовые гиганты излучают больше тепла, чем получают его от Солнца, то с Ураном – наоборот. Он излучает меньше тепла, чем приносят солнечные лучи. Почему?

Возможно, во время той страшной катастрофы, которая опрокинула эту планету набок, почти весь запас ее тепла улетучился. По другой гипотезе, в верхних слоях Урана имеются некие барьеры, которые препятствуют переносу тепла из недр планеты к поверхности. Единственным источником энергии Урана остается солнечный свет.

Не случайно на фотографиях, присланных зондом «Вояджер-2» в 1986 году, на Уране почти не видно ни облаков, ни бурь, как на других газовых планетах. Здесь удивительно спокойно. Возможно, причина этого штиля в том, что из недр Урана почти не выделяется тепло. Впрочем, в 2004 году наземные наблюдения показали, что на Уране в течение нескольких месяцев не прекращаются бури. Кроме того, в северном полушарии планеты обнаружилось скопление облаков, протянувшееся на 29 тысяч километров, – это самый крупный объект, когда-либо наблюдавшийся на Уране. Через месяц он, впрочем, исчез.

Вот еще один непонятный факт, замеченный «Вояджером». Во время его полета Солнце располагалось над южным полюсом Урана. Однако по непонятным причинам на экваторе Урана было теплее, чем на полюсе, освещаемом Солнцем. По расчетам ученых, даже на северном полюсе, находившемся в тени, было теплее, чем на южном. Опять, почему?

Как и все другие газовые гиганты, Уран окружен множеством небольших комьев и крупиц, обращающихся вокруг него в виде колец. Большая часть колец располагается в экваториальной плоскости Урана, главным образом внутри предела Роша.

Система колец Урана была открыта только 10 марта 1977 года. Астрономы из обсерватории имени Койпера Джеймс Эллиот, Эдвард Данхем и Дуглас Минк планировали понаблюдать за тем, как Уран покрывает одну из ярких звезд, чтобы оценить его диаметр и исследовать его атмосферу. По результатам

наблюдений выяснилось, что еще до того, как Уран заслонил звезду, она пять раз на короткое время исчезала. То же самое произошло после того, как Уран миновал звезду. Ученые сделали вывод, что Уран окружен пятью кольцами. Это подтвердилось после полета зонда «Вояджер-2».

Кольца Урана, как и открытые впоследствии кольца Юпитера, очень тонкие и темные. Они состоят отчасти из крупных глыб диаметром до 10 метров, отчасти из пыли. В совокупности их масса значительно меньше, чем масса колец Сатурна.

Все ли кольца Урана нам известны? В декабре 2005 года телескоп «Хаббл» обнаружил два новых кольца. Они располагаются вдалеке от остальных одиннадцати, открытых к тому времени, и значительно шире их. Примечательная особенность самого дальнего кольца Урана – его голубая окраска (внутренние кольца планеты окрашены в серые тона). Этим оно напоминает кольцо Е Сатурна, которое состоит в основном из ледяных крупиц, выброшенных гейзерами Энцелада. По-видимому, крохотные кристаллики льда размером менее 0,0001 миллиметра, из которых сформировано это кольцо Урана, выброшены в космос с поверхности одного из спутников Урана – Маба, покрытого льдами, – после падения на него метеоритов. Из этого ледяного крошева, не удержанного планеткой, и слепилось еще одно кольцо Урана. Эта гипотеза довольно правдоподобна.

Кольца Урана сравнительно молоды. Возможно, они образовались, когда один из спутников этой планеты был разорван под действием приливных сил или раскололся на мелкие части после столкновения с метеоритом.

Всего известно 27 спутников Урана. Их диаметр составляет от 10 до 1600 километров. Орбиты некоторых лун скрещиваются. Как показал расчет, опубликованный на страницах журнала «Science», в ближайшие несколько миллионов лет некоторые из них, возможно, столкнутся друг с другом.

Среди спутников Урана внимание ученых привлекает Миранда. На этой планете зияет громадный каньон глубиной 20 километров, а ее поверхность словно составлена из лоскутьев – из слоев самого разного состава и возраста. Астрономы предположили, что после падения крупного метеорита Миранда попросту рассыпалась на отдельные части, которые затем под действием взаимного притяжения беспорядочно слепились в одно целое, образовав планету, собранную буквально наспех, тяп-ляп.

В последние годы были открыты несколько новых спутников Урана. По-видимому, некоторые из них – это всего лишь обломки других спутников, уцелевшие после столкновения с кометами или друг с другом. Так ли это?

Пока астрономы могут лишь строить гипотезы. Исследовать Уран с Земли очень сложно: при наблюдении в телескоп даже его диск едва различим, не говоря уж о более мелких деталях. Его спутники можно разглядеть лишь с помощью самых мощных телескопов, да и то они кажутся крохотными светящимися точками. Новые экспедиции к Урану не планируются. Лишь в середине XXII века расположение планет будет таким же благоприятным, как и во времена экспедиции зондов «Вояджер-1 и -2». До этого не придется рассчитывать на помощь других планет-гигантов во время полета к Урану. По мнению многих ученых, «только тогда, наверное, и состоится третье – после тех, что были сделаны в XVIII и XX веках астрономом Гершелем и космическим роботом “Вояджером”, – открытие самой таинственной из планет Солнечной системы», как пишет на страницах журнала «Вокруг света» Георгий Бурба.

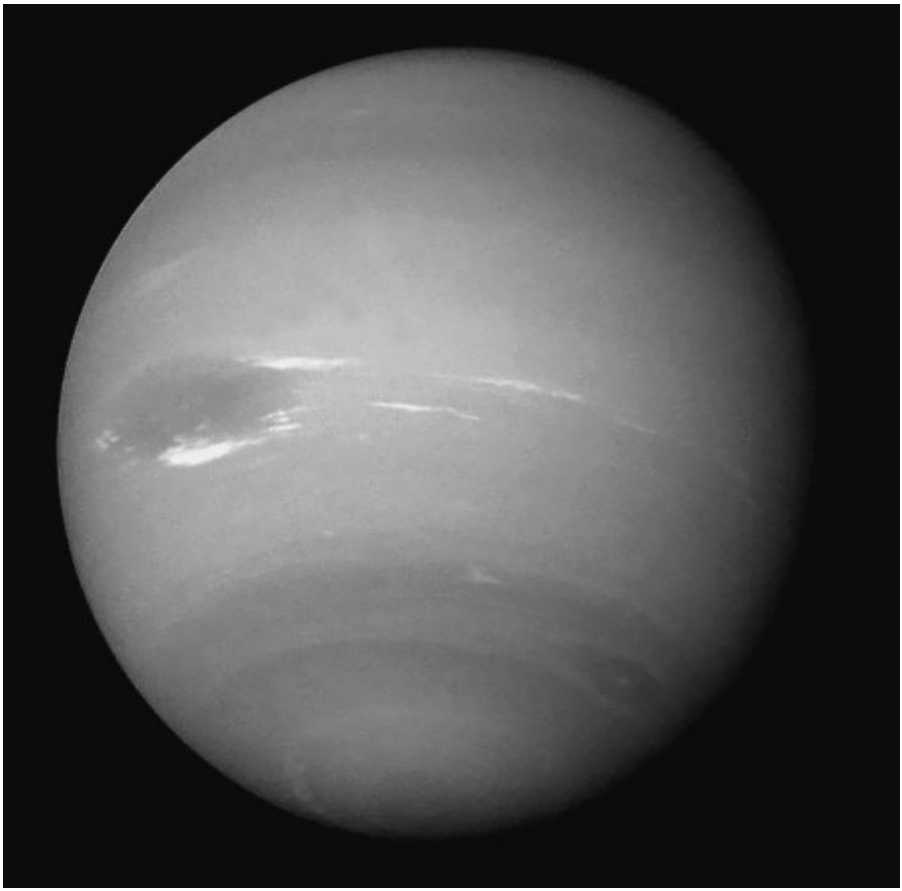
«Белые пятна» Нептуна

В 1781 году английский астроном Уильям Гершель открыл планету Уран. Однако через некоторое время была замечена странная вещь. Новая планета не подчинялась закону Ньютона. Сколько ни наблюдали за ней, предсказать ее точное положение не удавалось. Что-то влияло на движение Урана, возмущало его. Лишь в середине XIX века английский астроном Джон Адамс и его французский коллега Урбен Леверье независимо друг от друга вычислили орбиту гипотетической планеты, притягивавшей к себе Уран, открыв ее «на кончике пера». Это был Нептун.

По-настоящему исследование Нептуна началось лишь в последнюю четверть века. 25 августа 1989 года американский зонд «Вояджер-2» пролетел менее чем в пяти тысячах километров от него, а с апреля 1995 года за ним наблюдает телескоп «Хаббл». Поэтому время открытий на Нептуне еще не прошло.

Так, лишь в 2011 году астрономам удалось точно определить скорость вращения внешних слоев этой газовой планеты. Оказалось, что она совершает оборот вокруг своей оси за 15 часов 57 минут и 59 секунд. К такому результату пришел Эрих Каркошка из Аризонского университета, обобщив результаты наблюдений за Нептуном.

Скорость обращения вокруг своей собственной оси – это фундаментальное свойство планеты. Однако в случае с газовой планетой-гигантом определить этот показатель гораздо труднее, чем скорость планеты земного типа. Ведь она вращается не как твердое тело, а, пожалуй, как громадная капля жидкости. Все планеты-гиганты, как полагают астрономы, обладают твердым ядром, которое обволакивает очень мощная и плотная газовая оболочка. В ней возникают многочисленные завихрения, которые накладываются на собственное вращение планеты.



Происхождение такой гигантской планеты, как Нептун, на окраине Солнечной системы вызывает удивление у астрономов

«Если смотреть на Землю из космоса, то можно заметить горы, которые вращаются с определенной скоростью, – поясняет Каркошка. – Если же наблюдать только за облаками, то невозможно определить скорость вращения планеты, поскольку расположение облаков со временем меняется, их разносит ветер. На Нептуне не видно ничего, кроме облаков и различных атмосферных образований. Одни движутся быстрее, другие – медленнее, некоторые ускоряются, так что совершенно нельзя понять, какова может быть истинная скорость вращения твердого ядра планеты, если оно есть».

Поэтому Каркошка попытался определить скорость вращения Нептуна другим путем. Он проанализировал несколько сотен фотографий планеты, выполненных телескопом «Хаббл» на протяжении двух десятилетий, и выявил в ее атмосфере два образования, которые вращаются с поразительной периодичностью. Погрешность составляет всего несколько секунд.

Пока не очень понятно, как возникли эти структуры.

Возможно, ответ на этот вопрос позволит нам лучше узнать внутреннее строение Нептуна. «Нам известна общая масса Нептуна, но мы ничего не знаем о том, как она распределена, – отмечает Каркошка. – Если планета вращается быстрее, чем мы полагали, то, возможно, в ее центральной части сосредоточено больше вещества, чем считалось прежде».

Нептун представляет собой огромный газовый шар. Его внешняя оболочка состоит из водорода, метана и гелия. Метан конденсируется в атмосфере планеты и образует облака. Поскольку метан рассеивает голубую составляющую солнечного света, Нептун окрашен в голубые тона.

Под его плотной атмосферой (она одна весит в три раза больше, чем Земля) скрывается слой воды, занимающий объем примерно в 10 раз больший, чем объем нашей планеты. Из-за высокого атмосферного давления эта вода пребывает в особом состоянии – почти твердом (ничего подобного в земных условиях не наблюдается). Очевидно, под этой водяной толщей располагается слой горных пород, окружающих металлическое ядро, которое, как предполагают, похоже по своему строению на ядро Земли. Расчеты показывают, что температура в центре планеты составляет около 7000 °С, а давление – несколько миллионов бар.

Нептун, как Юпитер и Сатурн, обладает внутренним источником тепла. Он излучает в 2,7 раза больше энергии, чем получает ее от Солнца. Этим источником могут быть радиоактивные процессы, разогревающие ядро планеты. Возможно также, что тепло выделяется за счет того, что внутренняя часть планеты продолжает сжиматься.

Подобно всем остальным газовым планетам, Нептун окружен кольцами, которые, впрочем, невозможно заметить в телескоп с поверхности нашей планеты. Вероятно, они состоят изо льда, а их темноватую окраску астрономы объясняют слоем пыли, покрывающим их. Очевидно, эта пыль выбрасывается с поверхности спутников Нептуна после падения на них метеоритов.

Как и в случае с Ураном, происхождение такой гигантской планеты, как Нептун, на окраине Солнечной системы вызывает удивление у астрономов. Компьютерные модели показывают, что плотность вещества там была недостаточна для формирования этих планет по традиционной схеме, предполагающей аккрецию – постепенное накопление вещества вокруг твердого ядра. Возможно, они образовались в другой части протопланетного облака – гораздо ближе к Солнцу, а потом постепенно переместились на свои нынешние орбиты. Во время этой

миграции они, вероятно, вытеснили оттуда ближе к центру Солнечной системы часть малых планет, располагавшихся в поясе Койпера. Эти согнанные со своих мест планетки могли вызвать «великую космическую бомбардировку», начавшуюся через полмиллиарда лет после возникновения Солнечной системы. Тогда на поверхность планет земного типа, в том числе на Землю, обрушился целый град метеоритов.

Среди спутников Нептуна особое внимание привлекает Тритон. Почти все, что мы знаем о нем, известно лишь благодаря зонду «Вояджер-2», побывавшему в окрестности этого спутника в 1989 году. Его диаметр – 2700 километров – соизмерим с размерами Плутона. Ведет он себя очень своевольно, разительно отличаясь от других спутников Нептуна, а также от лун Урана и Юпитера.

Есть разные гипотезы, объясняющие появление в окрестности Нептуна этого спутника. Наиболее популярна сейчас теория, гласящая, что первоначально Тритон вместе с еще одной небольшой планетой составлял систему, состоявшую из двух планет. Когда эта система сблизилась с Нептуном, она распалась, и одна из этих планет была притянута Нептуном. Следует отметить, что среди транснептуновых объектов – планет, расположенных на окраине Солнечной системы, по ту сторону орбиты Нептуна, – широко распространены двойные планетные системы. Их там примерно 10 %. Самый известный пример такой системы – Плутон и Харон.

Как предполагают астрономы, после того как Тритон был захвачен Нептуном, он первоначально двигался по очень вытянутой орбите, снова и снова внося возмущения в размеренный ход других спутников планеты. Они сталкивались друг с другом, распадаясь на отдельные части. Лишь когда Тритон занял наконец круговую орбиту, эти обломки опять стали соединяться, образуя новые луны.

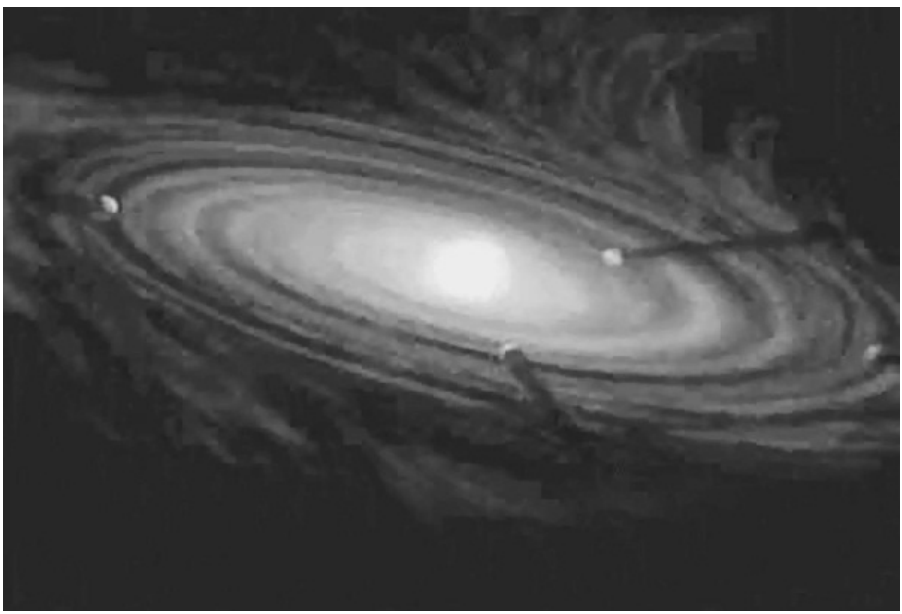
Со временем приключения Тритона продолжатся. Он находится всего в 354 тысячах километрах от Нептуна, а это меньше, чем расстояние от Луны до Земли. Двигаясь по спирали, он постепенно сблизится с Нептуном. Пройдет несколько миллионов лет, и приливные силы разорвут его на части. Быть может, обломки этой луны пополнят кольца Нептуна или рухнут на планету.

Мы очень плохо знаем Нептун и его спутники. К сожалению, в ближайшее время их не удастся исследовать с помощью космических аппаратов. Поэтому Нептун еще долго будет хранить свои тайны…

Как зародилась Солнечная система?

На протяжении многих столетий люди были уверены в том, что планеты сотворены Богом. Лишь в XVIII веке появились первые научные теории, объясняющие далекое прошлое Солнечной системы. Современная теория ее происхождения основана на гипотезе немецкого философа «века Просвещения» Иммануила Канта, который первым предположил, что на месте Солнечной системы вращалась обширная туманность из газа и пыли.

По нынешним представлениям, эта туманность состояла в основном из водорода и гелия, которые образовались во время Большого взрыва. Менее 1 % приходилось на примеси в виде пылинок, содержавших более тяжелые элементы и соединения, например, воду, аммиак, оксид углерода, углекислый газ. Отдельные части этой туманности сжимались и уплотнялись. Причиной этого могли быть взрывы сверхновых звезд в непосредственной близости от нее. Порожденные этими взрывами ударные волны пронизывали туманность, вызывая появление в ней сгустков. Те стали зародышами предположительно нескольких сотен, а то и тысяч звезд – звездного скопления, которое по прошествии сотен миллионов лет распалось на множество одиночных и двойных звезд. Одной из этих звезд и было Солнце, окруженное своим газопылевым облаком.



Газопылевое Солнечное облако

Прошли миллионы лет, пока возле Солнца не появились планеты. Протопланетный диск, из которого они возникли, простирался на многие миллиарды километров. Его масса могла составлять от 1 до 10 % массы звезды. Существуют две основные гипотезы, объясняющие появление планет внутри этого диска.

Первую из них можно было бы назвать «Коагуляция и аккреция». Пылинки и небольшие крупицы, содержащиеся в протопланетном диске, сталкивались и слипались, что вело к образованию твердых сгустков – планетезималей. В свою очередь, те тоже сталкивались друг с другом, образуя все более крупные глыбы. Чем больше была планетезималь, тем больше вещества она собирала вокруг себя. Поэтому более крупные тела росли быстрее, чем маленькие. Постепенно планетезимали превращались в протопланеты, которые могли достигать размера Луны. У них имелось жидкое металлическое ядро, окруженное каменной мантией. Они были достаточно массивны, чтобы за счет гидростатического равновесия принять форму шара. Возможно, подобные мини-планеты, обладавшие магнитным полем, были широко распространены в ту пору, когда Солнечная система только формировалась. Газовые планеты возникали в этой модели за счет поглощения газообразных веществ наиболее крупными планетезималями.

Другая гипотеза – «Гравитационная нестабильность». Внутри протопланетного диска возникали уплотнения, которые в конце концов вырастали в планеты. По расчетам Л. Майера, опубликованным в 2002 году на страницах журнала «Science», всего за тысячу лет из спиралевидного сгустка, появившегося в протопланетном диске, может вырасти газовая планета-гигант. Пока непонятно, почему образуются эти нестабильности. Расчеты показывают, что очень массивные диски, остывая, сами по себе становятся нестабильными. В менее крупных дисках локальные нестабильности, возможно, возникают под влиянием внешних воздействий, например, при взрыве сверхновой звезды, находящейся поблизости от диска.

Оба сценария возникновения планет вполне вероятны и не исключают друг друга. Так, газовые планеты-гиганты могут зарождаться за счет гравитационных нестабильностей, в то время как планеты земного типа – за счет слияния планетезималей. Например, такие планеты, как Уран и Нептун, вполне могли возникнуть благодаря гравитационным нестабильностям, в то время как, согласно модели аккреции, их формирование на периферии планетной системы продолжалось бы несколько сотен миллионов лет. Это противоречит результатам наблюдений, ведь

протопланетные диски, насколько известно астрономам, существуют не более 10 миллионов лет. С другой стороны, Уран и Нептун содержат большое количество тяжелых элементов, а это говорит в пользу гипотезы аккреции. Ведь химический состав планет, возникших за счет гравитационных нестабильностей, должен мало чем отличаться от химического состава Солнца.

Итак, протопланетные диски существуют недолго и постепенно распадаются. Звездный ветер и давление излучения звезды выметают газообразные вещества и крупицы размером менее микрометра. Средние крупицы размером от одного микрометра до одного сантиметра, перемещаясь по спиральной траектории, сближаются со звездой и поглощаются ею. Лишь крупным частицам удается уцелеть.

По оценкам астрономов, формирование Солнечной системы завершилось около 4,568 миллиарда лет назад (погрешность расчетов – 2 миллиона лет). К такому выводу ученые пришли, исследуя метеориты определенного типа, чей состав близок к составу протопланетного диска.

Решающее влияние на процесс формирования планет оказывало их расстояние до Солнца. В его окрестности конденсировались, прежде всего, тугоплавкие вещества и соединения, в то время как солнечный ветер уносил летучие вещества на периферию Солнечной системы – туда, где зарождались газовые гиганты. В настоящее время близ Солнца располагаются каменные шары – планеты земного типа.

Из оставшегося вещества, которое не было захвачено планетами, образовались небольшие небесные тела – кометы и астероиды. Они почти не изменились со времени формирования Солнечной системы. Поэтому их исследование может прояснить многие все еще не понятные аспекты этой теории.

Одна из нерешенных проблем следующая. Сейчас масса Солнца составляет почти 99,9 % всей массы Солнечной системы, но в то же время на долю Солнца приходится лишь 0,5 % общего момента количества движения, а главная доля заключена в орбитальном вращении планет. Почему?

А почему экваториальная плоскость Солнца наклонена примерно на 7 градусов по отношению к плоскости, в которой расположены орбиты планет? Масса Солнца очень велика по сравнению даже с суммарной массой планет. Поэтому при взаимодействии с ними оно не могло изменить свое положение. Может быть, рядом с Солнцем в далеком прошлом находилась карликовая звезда? Или же наше светило когда-то сблизилось с одной из звезд того громадного звездного скопления, которое образовалось одновременно с ним? Именно гравитационное

воздействие другой звезды могло накренить его.

Ученые продолжают спорить и о том, насколько теория происхождения Солнечной системы применима к образованию других планетных систем. Ведь астрономы, например, обнаружили экзопланеты (внесолнечные планеты), которые вращаются в обратном направлении, нежели их звезда. Это не согласуется с современной теорией. Быть может, в период своего формирования эти планеты подвергались гравитационному воздействию не только той звезды, вокруг которой они теперь обращаются. Их притягивали к себе более крупные планеты или даже соседние звезды? Это и нарушило привычный ход небесных тел.

Изучение экзопланет поможет астрономам лучше понять, как образуются планетные системы. Вот лишь некоторые открытия, сделанные в последнее время. В 1994 году с помощью Космического телескопа имени Хаббла астрономам удалось обнаружить первые протопланетные диски в туманности Ориона. Здесь ими окружена почти половина всех молодых звезд. В 1998 году протопланетный диск был впервые замечен возле крупной звезды. В 2008 году с помощью инфракрасного спектроскопа в одном из далеких протопланетных дисков были выявлены органические вещества, а также углекислый газ и вода.

Великая космическая бомбардировка: что было причиной?

В полнолуние хорошо видно, что поверхность Луны покрыта громадными темными пятнами – так называемыми морями. Это – протянувшиеся на сотни километров кратеры, оставшиеся после Великой космической бомбардировки, что бушевала здесь около 3,9 миллиарда лет назад. Почему через полмиллиарда лет после возникновения Солнца и планет в их размеренном мирке воцарился хаос?

Лишь в начале 2000-х годов благодаря работам астрономов из Обсерватории Лазурного берега в Ницце и, прежде всего, Алессандро Морбиделли, удалось прояснить загадочные события, происходившие тогда. Так родилась «модель Ниццы», опровергавшая многое из того, что мы узнали за последние два с лишним века об эволюции планет. Ведь еще недавно было принято считать, что все планеты и теперь кружат по тем самым орбитам, по которым они двигались в то время, когда зародились.

Как явствует из модели Ниццы, молодость Солнечной системы была поистине временем «бури и натиска»

Эта классическая картина уже отжила свое. Как явствует из «модели Ниццы», молодость Солнечной системы была поистине временем «бури и натиска». Планеты тогда, словно бильярдные

шары, перекатывались по ее просторам, всюду внося смуту.

Итак, в ранней период своей истории Солнце окружал плотный газопылевой диск. Первые четыре зародыша планет образовались на его периферии и обращались вокруг Солнца по круговым орбитам. Они все активнее поглощали окружавшие их газовые массы, стремительно разрастаясь. Однако под действием силы притяжения диска их орбиты постепенно изменились. Самая большая из планет, Юпитер, первой сошла с предначертанного ей круга. Медленно перемещаясь по своей новой – уже спиральной – орбите, она приближалась к Солнцу, а в протопланетном диске по мере ее движения образовалась круговая полоса, очищенная от газа и пыли.

Возможно, Юпитер достиг тогда орбиты, по которой обращается сегодня Марс. Если бы он продвинулся ближе к Солнцу хотя бы на расстояние одной астрономической единицы, то все пространство между современными орбитами Марса и Земли было бы подчистую выметено, и планетам земного типа не хватило бы строительного материала, чтобы дорасти до своих нынешних размеров.

Астрономы, наблюдающие в наши дни за экзопланетами, отмечают поразительное сходство между Юпитером из «модели Ниццы» и многочисленными «горячими Юпитерами», найденными в глубинах космоса, – гигантскими планетами, которые необычайно близко подбираются к своей центральной звезде. Подобная участь ждала и Юпитер, если бы его не остановил… Сатурн, считают приверженцы «модели Ниццы».

Он тоже перемещался в сторону Солнца, пока не сблизился с Юпитером. Периоды их обращения синхронизировались. Держась все время вдвоем, Юпитер и Сатурн пересилили притяжение газопылевого диска и начали понемногу удаляться от Солнца. Так самая большая планета Солнечной системы избежала участи стать «горячим Юпитером».

Между тем к этому «балету» гигантских планет, круживших по просторам Солнечной системы, присоединились еще два участника – Уран и Нептун. Когда газопылевая туманность, обволакивавшая Солнце, рассеялась, эти четыре планеты образовали «мультирезонансную конфигурацию». В то время расстояние между Юпитером и Нептуном составляло всего 7 астрономических единиц (сегодня их разделяет 25 астрономических единиц). Подобная система очень стабильна и может просуществовать миллиарды лет благодаря тому, что силы притяжения планет уравновешиваются. Их ход теперь размерен, словно слаженная работа отдельных частей машины. Но, подобно камешкам, попавшим внутрь машины и ломающим ее, в этом

планетарном механизме оказались свои «посторонние предметы». Это было плотное кольцо из планетезималей – ледяных глыб, оставшихся от той эпохи, когда шло формирование планет. Они располагались на расстоянии 13–14 астрономических единиц от Солнца, а их суммарная масса в 30–50 раз превышала массу Земли. Время от времени то одна, то другая из этих глыб сбивалась с привычного пути и приближалась к Урану или Нептуну, возмущая их движение.

Наконец, по прошествии нескольких сотен миллионов лет накопившиеся деформации орбит стали так велики, что этот дружный ансамбль планет окончательно рассорился. Одна за другой были выброшены со своих орбит Уран и Нептун. Астрономы не исключают даже того, что Юпитер и Сатурн, словно два теннисиста – мячом, «перекидывались» Нептуном (или Ураном), отправляя его то ближе к центру площадки, именуемой Солнечной системой, то чуть ли не в аут – примерно туда, где он обретается и поныне. Какая из двух планет служила «космическим мячом», непонятно. В половине из компьютерных моделей, разработанных астрономами, ей оказывался Уран, в половине – Нептун.

В любом случае, обе дальние планеты нашей системы стали обращаться по очень вытянутым эллиптическим орбитам, так и норовя забраться в это ледяное скопление глыб и взбаламутить его – разворошить, словно осиное гнездо. В течение короткого времени они вымели оттуда все глыбы, и тогда град метеоритов устремился на планеты, расположенные в окрестности Солнца. Лишь после этого орбиты планет-гигантов, теперь уже не испытывавших гравитационных возмущений, постепенно сгладились – стали почти круговыми.

«Модель Ниццы» многое объясняет в архитектуре Солнечной системы. Вот несколько примеров.

В окрестности Юпитера обретаются десятки тысяч астероидов – так называемые «троянцы». Ранее астрономы считали, что они образовались одновременно с Юпитером. Однако Морбиделли и его коллеги предположили, что эти планетки были захвачены Юпитером в эпоху «смуты», которая охватила Солнечную систему около 4 миллиардов лет назад. Сформировались же они в разных областях нашей планетной системы. В самом деле, некоторые из троянцев скорее напоминают кометы; другие же практически не содержат ни воды, ни органических веществ.

Многие спутники планет-гигантов обращаются, вопреки правилам, в обратном направлении. Сейчас их насчитывается уже 93 (по данным на октябрь 2011 года). Если «нормальные» спутники чаще всего возникали вместе со своими планетами, то

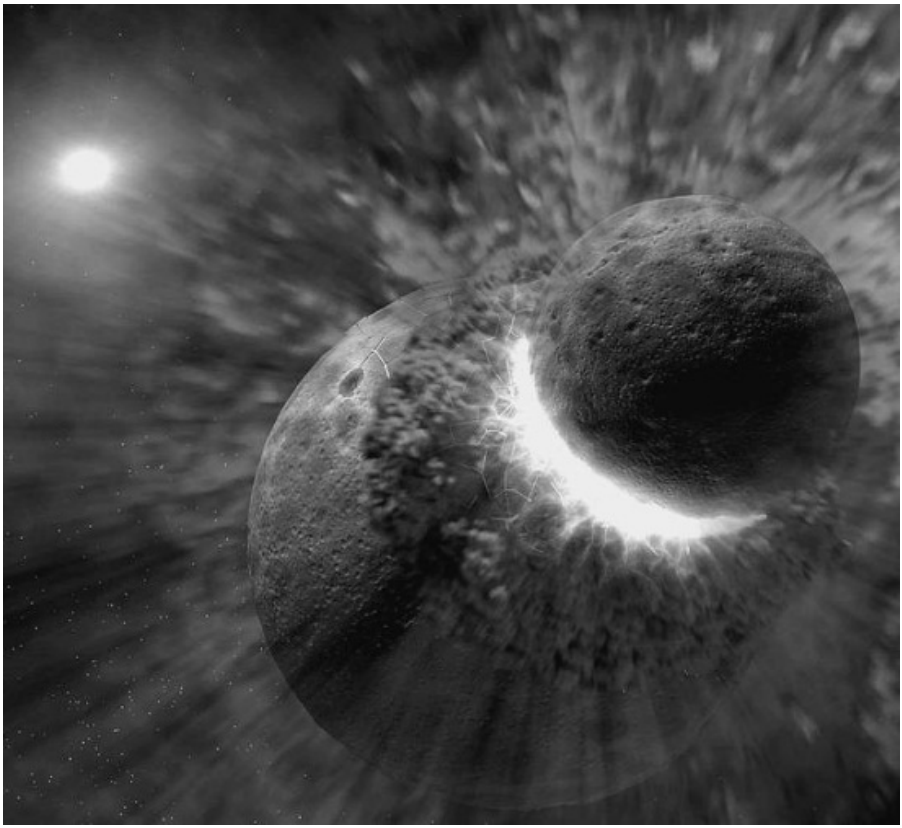
«ретрограды» пленены ими. В 2007 году американский астроном Дэвид Несворны показал, что подобный захват возможен, когда две планеты вплотную сближаются друг с другом. Но из «модели Ниццы» явствует, что и Юпитер, и Сатурн когда-то оказывались рядом с Ураном или Нептуном.

По ту сторону орбиты Нептуна начинается пояс Койпера. Он включает такую крупную планету, как Плутон диаметром около 2300 километров. Расчеты показывают, что масса пояса Койпера слишком мала, чтобы там могли сформироваться подобные планеты. «Модель Ниццы» помогает разрешить и эту проблему. Согласно ей, пояс Койпера представляет собой жалкий остаток того огромного пояса планетезималей, который был почти уничтожен Ураном и Нептуном. Общая его масса в тысячи раз превышала массу пояса Койпера.

И еще один любопытный аспект «модели Ниццы». Она лишний раз свидетельствует, насколько случайным было возникновение Солнечной системы в том виде, в каком она существует. Исследователям было достаточно лишь немного изменить начальные условия этой «задачи», как они получали очень странные результаты. Планеты то обращались по необычайно вытянутым орбитам, больше напоминавшим траектории комет, то начинали двигаться вокруг Солнца в обратном направлении, то их орбиты неизменно оставались в резонансе друг с другом. И именно такие – экзотические – планетные системы астрономы обнаруживают, наблюдая за отдаленными звездами.

Могут ли планеты Солнечной системы сталкиваться друг с другом?

Четыре с половиной миллиарда лет назад любая планета Солнечной системы могла стремительно уменьшиться в размерах или, наоборот, увеличиться. После катастрофы, пережитой Землей, у нее появился спутник – Луна, буквально сотворенный «из ее ребра». Испытав подобный удар, Меркурий, как полагают астрономы, лишился «скальпа» – значительной части коры и мантии. Возможно, после такой же катастрофы Венера свернула с привычной орбиты и стала вращаться в обратную сторону, а спутник, по одной из гипотез, сопровождавший ее, начал не удаляться от планеты, как Луна – от Земли, а постепенно сближаться с ней, пока не рухнул на Венеру. В этом космическом бильярде поучаствовал даже затерянный на окраине Солнечной системы Нептун. Все более удаляясь от Солнца, он бесцеремонно разогнал мельтешившую вокруг толпу комет и астероидов. Далекое прошлое, как уверилось большинство астрономов, было временем непредсказуемых коллизий. В этой реке времени, как в зеркале вод, грозит отразиться далекое будущее.



Далекое прошлое Солнечной системы было временем непредсказуемых столкновений

В начале 2008 года французский астроном Жак Ласкар опубликовал результаты исследования, которое с некоторой долей вероятности обещает нашей планетной системе немалые трудности – возвращение хаоса древних времен.

Конечно, шансы такого развития событий невелики. И все же, когда астрономы пытаются моделировать, что произойдет с Землей, например, через 40 миллионов лет, иногда случаются и кошмары. В одном-двух случаях из 100 Земля оказывается на пути Меркурия или Марса. Следует удар, выжигающий все, что останется живого на нашей планете.

…В начале 1990-х годов Ласкар уже привлек внимание, опубликовав сенсационную работу под названием «Хаотические процессы в Солнечной системе». Ему удалось рассчитать, как будут меняться орбиты планет (за исключением Плутона) на протяжении 25 миллиардов лет. Период этот в пять раз длиннее того промежутка времени, в течение которого существует наша Солнечная система. Уже через пять миллионов лет поведение ряда планет становилось непредсказуемым. Поэтому Ласкар не стал скрупулезно высчитывать координаты небесных тел. Он

изменил метод вычислений. Его интересовало другое: каким образом в далеком будущем станут меняться формы орбит, по которым движутся планеты.

И на этот раз оказалось, что орбиты планет-гигантов являются чрезвычайно стабильными. Поведение этих небесных тел и через миллиарды лет будет напоминать надежную работу курантов. Как заведенные, они продолжат кружить близ Солнца. А вот другие планеты то и дело сбивались с верного пути.

Новая работа Ласкара подвела итог многолетним расчетам. Она содержала 1001 модель, описывающую перспективы Солнечной системы. Кажется, все случаи жизни были явлены в этом калейдоскопе предначертанного бытия. Так вот, примерно в 20 случаях орбита Меркурия со временем все менее напоминала круговую. Эту планету притягивал к себе Юпитер – она спешила к нему, бросаясь наперерез другим небесным телам. Так иной пешеход, не замечая опасного движения машин, перебегает на другую сторону улицы. В этих моделях «под колеса» Земле и Марсу бросался Меркурий. Эксцентриситет его орбиты превышал 0,6 (при эксцентриситете, равном нулю, планета движется по круговой орбите, а равном единице – по параболе).

20 случаев – 2 процента. Много это или мало? В мире астрономических событий, где все подолгу идет своим чередом, эта пара процентов настораживает. От них веет более ощутимой угрозой, нежели от «одного шанса из ста тысяч», которые обещают столкновению астероида X с Землей в каком-нибудь 2666 году.

Меркурий вообще оказался горазд на «подвиги» – лишь бы пожертвовать чьим-то покоем. В одном сценарии он через 1,3 миллиарда лет отчаянно поспешал навстречу Солнцу и сгорал в нем, как щепка, брошенная в огонь. В другом, опрокидывая давнюю систему сдержек и противовесов, силился смешать все в доме планет, «перессорить» Землю и Марс, столкнуть их. В третьем – через 820 миллионов лет – Марс покидал Солнечную систему, выброшенный из нее, как из окна. Без него другие планеты земной группы теряли былую солидность. Так обрушился бы дом, сумей мы выдернуть из-под него фундамент. После этого не прошло бы и сорока миллионов лет, как Венера столкнулась бы с Меркурием. «Головоломная жизнь» последнего завершалась стычкой, дробившей обе планеты, как орехи. Еще выше у него вероятность ничего не менять в налаженном ходе планет, но в эту счастливую возможность остается только верить.

В обнародованных работах Ласкара и его коллег из Калифорнийского университета Грегори Лафлина и Константина Батыгина порой было достаточно небольшого изменения орбиты

Меркурия, чтобы тот сблизился с Венерой. Ведь есть так называемые «зоны хаоса»: стоит планете туда попасть, как любые внешние воздействия будут усиливаться, пока не наступит резонанс. Тогда форма орбиты заметно меняется. Начинают действовать совсем иные силы притяжения, передаваясь ближайшим небесным телам. Что творится с небесной механикой! Словно в отлаженный автомат, все поршни, кривошипы и штоки которого совершали свои поступательные и вращательные движения, попадает контргайка, ломая врезавшиеся в нее детали. Слабым звеном оказываются Меркурий и Марс. Их легче всего вывести из равновесия.

Итак, лишь поведение планет-гигантов расписано на века… точнее, на миллионы веков вперед. Все другие ведут себя хаотически. Хаос в хороводе планет! Кажется, что может быть страшнее?

Ранее Ласкара не раз критиковали за его расчеты. Ведь даже с использованием лучших компьютеров мира трудно моделировать судьбу Солнечной системы на миллиарды лет вперед, а потому он несколько упростил уравнения движения планет, что совершенно никак не сказывается, пока их эксцентриситеты орбит малы, зато ощущается по мере того, как траектория все больше напоминает овал. Поэтому оппоненты не берутся судить, насколько точны расчеты Ласкара.

Кроме того, он «делал поправку» на погрешность в координатах планеты, то есть в результатах наших измерений. Для этого он вычислял траекторию не только «настоящего» Меркурия, но и четырех его «клонов», каждый из которых находился в 150 метрах от того положения планеты, которое мы считаем истинным. Затем он определял, что произойдет с планетой и ее «клонами», допустим, через миллион лет. Из полученных результатов выбирал тот, где эксцентриситет был особенно велик. Теперь он считал «Меркурием» данный объект. Снова создавал четыре «клона» и вычислял, что произойдет с новым семейством планет еще через миллион лет. Опять сортировал ответы. Выбирал наиболее тревожный результат…

В итоге Ласкар подсчитывал, каким будет максимально возможное отклонение траектории планеты от нынешней. Он устремлялся туда, где рождается хаос, игнорируя заурядный ход событий, их скучное повторение.

Справедливости ради, подобные научно-популярные пророчества должны смущать публику куда меньше, чем когда-то стенания Иеремии или Иезекииля. Расчеты показывают, что мрачные примеры редки. В 98 % случаев Земля, кто бы ее ни населял к тому времени, и через пять миллиардов лет избежит жестоких

ударов. Да и потом, что значат эти миллиарды лет для миллиардов людей? Это какое-то «дважды два – стеариновая свечка». И пусть неудачник (sic: Меркурий) трепещет. Да еще астрономы жалуются, что никак не исчислить будущего. Судьбы планет оказываются неисповедимы, как и судьбы людей.

Забытые всеми Плутон и Харон

Он носит имя повелителя подземного царства и держит свой путь в темных глубинах космоса. Само Солнце там едва угадывается – маленький светлый кружок, перекатывающийся над горизонтом. Еще недавно он именовался девятой, самой дальней планетой Солнечной системы. Теперь он разжалован и считается карликовой планетой, наряду с сотнями своих собратьев. Несмотря на все старания астрономов, он по-прежнему остается «великим неизвестным». Ведь он находится слишком далеко от Земли и чересчур мал, чтобы за ним можно было наблюдать с помощью наземных телескопов. Пока сведения о Плутоне, которыми мы располагаем, скудны и ненадежны.

Плутон и его спутник Харон

Астрономы не могут даже поручиться, что знают точно размеры этой планеты и ее плотность. По их подсчетам, плотность Плутона и его спутника, Харона, примерно вдвое выше плотности воды. В таком случае эти небесные тела, вероятно, состоят изо льда и горных пород. Во всем остальном приходится полагаться на гипотезы. Каково внутреннее строение Плутона? Не скрывается ли под его ледяной поверхностью целый океан жидкой воды, как на спутнике Юпитера, Европе? Плутон ведь – очень необычная планета. Поистине, он всегда держался особняком от восьми других больших планет Солнечной системы, к числу которых еще недавно принадлежал.

Сразу после открытия Плутона астрономы стали задаваться вопросами. Откуда он взялся? Возник ли из того же протопланетного облака, что и другие планеты Солнечной системы? Или, может быть, случайно прибился к ней? Ведь если

все остальные большие планеты обращаются вокруг Солнца примерно в одной и той же плоскости по круговой или слегка вытянутой орбите, то Плутон движется по эллиптичной орбите, наклоненной под углом почти 17° по отношению к плоскости движения других планет. Периодически он пересекает орбиту Нептуна и оказывается то дальше от Солнца, то ближе к нему, чем Нептун.

Своим открытием Плутон обязан окраске. Он гораздо светлее других транснептуновых объектов, которые начали обнаруживать лишь в 1990-е годы, через шесть десятилетий после того, как был замечен Плутон. Поначалу астрономы считали, что эта планета не уступает по размерам Марсу. Лишь к концу 1980-х годов, наблюдая за тем, как спутник Плутона, Харон, покрывает его поверхность, ученым удалось точнее оценить размеры Плутона. Его диаметр, по их подсчетам, составлял 2390 километров. Наблюдения, проведенные с помощью телескопа «Хаббл», заставили подкорректировать эту цифру, но не принесли желаемой точности: 2280–2330 километров.

В 1975 году удалось установить, почему Плутон окрашен в светлые тона. Американские астрономы Дейл Крукшенк, Дэвид Моррисон и Карл Пилчер обнаружили в его инфракрасном спектре следы метанового льда. По меньшей мере часть поверхности Плутона покрыта им. Позднейшие наблюдения, выполненные с помощью телескопа «Хаббл», выявили на этой планете значительные запасы замерзшего азота, а также водяной лед и замерзший моноксид углерода. Это позволило предположить, что на поверхности Плутона есть ледяные вулканы, которые выбрасывают наружу жидкий азот.

Фотографии, сделанные телескопом «Хаббл», пусть и были очень нечеткими, выявили еще одну особенность Плутона. Его поверхность вовсе не являлась однородно светлой, там имелись и темные пятна, особенно выделявшиеся на светлом фоне. Что это за пятна? Может быть, какие-то органические соединения? Район южного полюса, например, окрашен в очень яркие тона. Вероятно, он покрыт замерзшим азотом, смешанным с метановым льдом. Экваториальные области, наоборот, выглядят темными вкраплениями. Чем дальше на север, тем слабее становится темная окраска, сменяясь сероватыми цветами.

Опираясь на компьютерные модели, астрономы предполагает, что у Плутона имеется твердое каменное ядро, которое разогревается за счет естественной радиоактивности и окружено мантией. Содержание горных пород и, возможно, металлов оценивается в этих моделях в 65–70 %, а льда и жидких материалов, например воды, – в 30–35 %.

В июне 1988 года, наблюдая за тем, как Плутон покрывает звезду, астрономы пришли к выводу, что у него имеется атмосфера. При этом было сделано любопытное наблюдение. Звездный свет, похоже, не проникает к поверхности планеты. Возможно, этому мешает густой облачный покров. В 2005 году телескоп «Хаббл» помог определить температуру на поверхности Плутона: –230 ˚С. Это примерно на десять градусов ниже, чем явствовало из прежних расчетов. Очевидно, какие-то процессы, протекающие в атмосфере, способствуют резкому охлаждению Плутона.

Из чего вообще состоит его атмосфера? Из наблюдений за кометами известно, что близ Солнца лед с их поверхности начинает испаряться, минуя жидкую фазу. Вероятно, сублимация ледяного покрова происходит и на Плутоне. Поэтому его атмосфера должна содержать те же газы – азот, метан и оксид углерода, что в виде льда покрывают его поверхность.

К слову, температура воздушной оболочки Плутона примерно на 40 градусов выше, чем его поверхности. Подобный эффект обусловлен тем, что в его атмосфере содержится метан. Этот парниковый газ поглощает солнечный свет, что приводит к разогреву атмосферы.

В 2011 году британские астрономы, которые вели наблюдение за Плутоном с помощью телескопа имени Максвелла, сооруженного на Гавайских островах, установили, что толщина газовой оболочкой, окружающей Плутон, достигает 3000 километров. Это в 30 раз больше, чем предполагалось прежде. Таким образом, почти четверть промежутка, разделяющего две планеты, Плутон и Харон, занято этой воздушной оболочкой. Для сравнения: внешний слой атмосферы Земли – экзосфера – заканчивается примерно в 10 тысячах километров от планеты. Возможно, солнечный ветер отгоняет эту газообразную оболочку подобно тому, как распускает хвост кометы. А что если Плутон, да и Харон, являются… кометами, только очень большими?

Плутон и Харон образуют двойную планетную систему. Они довольно близки по размерам; их массы соотносятся как 1: 8. Для сравнения: Земля весит в 81 раз больше, чем Луна. Расстояние между ними составляет всего 17 радиусов Плутона, а потому общий центр масс этой системы располагается не в недрах Плутона, а в пространстве, разделяющем обе планеты, – и это имеет последствия. Если Луна обращается вокруг Земли, то Плутон и Харон совместно обращаются вокруг общего центра масс, лежащего между ними. Так вальсирующие, взявшись за руки, кружатся вокруг некой точки пространства, разделяющей их.

Как же образовалась эта необычная пара? Астрономы предполагают, что когда-то на окраине Солнечной системы произошла катастрофа. Здесь столкнулись две протопланеты примерно одинаковых размеров. Они двигались с относительно низкой скоростью, но все равно разрушились после этого удара. Из разлетевшихся обломков составились две новые планеты: большая часть глыб пошла на формирование Плутона, а остальное – на Харон. Поначалу Плутон вращался очень быстро, но Харон постепенно затормозил его вращение.

Впрочем, проверить эту гипотезу пока нельзя даже с помощью компьютерных моделей, потому что многого о Плутоне и Хароне мы пока еще не знаем. Немало любопытного об этих планетах может поведать межпланетный зонд НАСА «Новые горизонты». Он прибудет к Плутону в 2015 году. Эта экспедиция, как полагают астрономы, заново откроет для нас мир «космического подземелья», затерянного на окраине Солнечной системы.

«Рог изобилия» в поясе Койпера

По ту сторону орбиты Нептуна, на расстоянии 6–7 миллиардов километров от Солнца, кружат мириады малых планет. Это – пояс Койпера, названный в честь Джерарда Койпера, известного американского астронома нидерландского происхождения. В 1951 году он предположил его существование в одной из своих работ, посвященных происхождению планетной системы. Впрочем, ирландский астроном Кеннет Эджуорт еще ранее опубликовал сходные аргументы. Поэтому этот пояс иногда называют «поясом Эджуорта-Койпера».

Речь идет о скоплении небольших небесных тел, которые по своим размерам соответствуют малым планетам. Начинается он сразу же за орбитой Нептуна – в 30 астрономических единицах от Солнца, – а завершается, возможно, на расстоянии 100–150 астрономических единиц от Солнца. Предполагают, что этот пояс является также источником комет с коротким и средним периодами обращения.

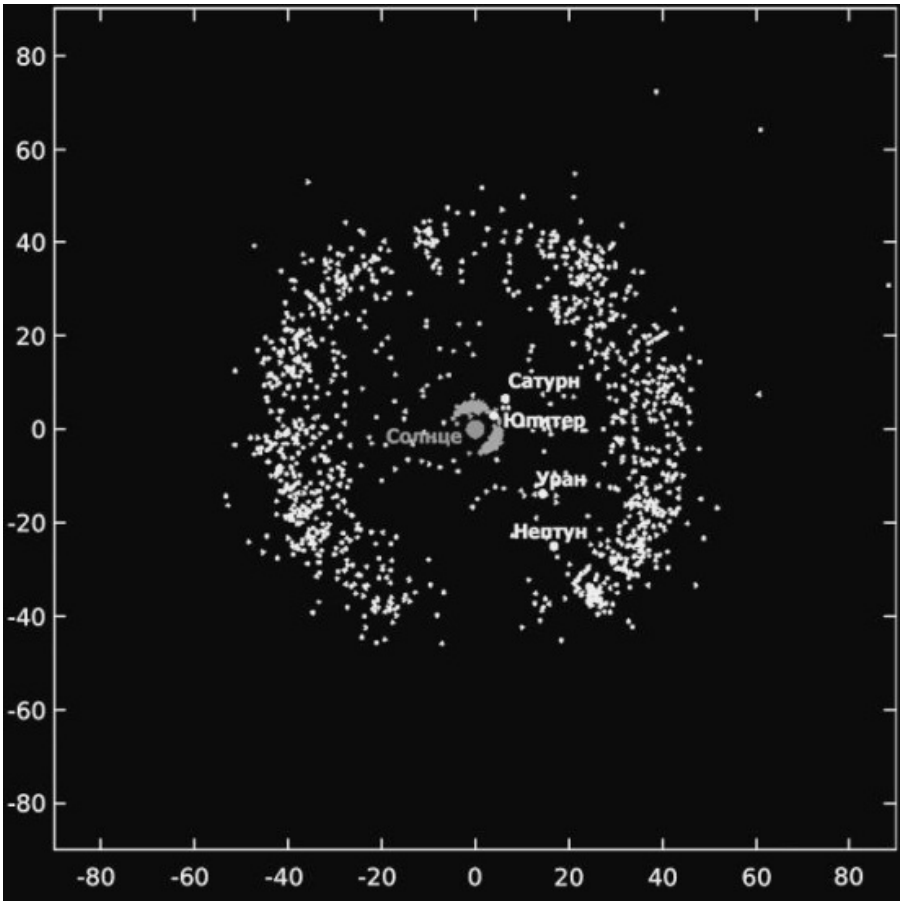


Схема пояса Койпера

Первый объект пояса Койпера (помимо Плутона и Харона) – 1992 QB1 – был обнаружен в августе 1992 года. Его диаметр оценили в 200 километров. Он двигался почти по круговой орбите на расстоянии 50 астрономических единиц от Солнца. В марте и сентябре 1993 года на окраине Солнечной системы отыскали еще несколько астероидов. В последующие годы открытия были поставлены на поток.

Сейчас известно около тысячи транснептуновых объектов диаметром в среднем от 150 до 800 километров. Открытие пояса Койпера имело неожиданное последствие: в августе 2006 года на ассамблее Международного астрономического союза было решено исключить Плутон из числа планет и причислить его к транснептуновым объектам – к карликовым планетам. Что же представляют собой эти многочисленные объекты?

Их общая масса невелика: все вместе они оказались бы меньше нашей Луны. Их поверхность покрыта льдом: водяным, азотным, метановым, аммиачным, метаноловым (спиртовым), углекислым (сухим). Многие из них движутся по круговым

орбитам, часто очень сильно наклоненным к плоскости орбиты «нормальных» планет. Классические объекты пояса Койпера обращаются на расстоянии 41–50 астрономических единиц от Солнца, с углом наклона орбиты до 30 градусов.

Широко распространено представление о том, что все эти ледяные глыбы возникли на гораздо более близком расстоянии к Солнцу и лишь потом были оттеснены Нептуном на дальнюю окраину Солнечной системы. Но так ли это? Споры в кругах астрономов продолжаются.

Например, компьютерная модель, которую разработали в 2010 году канадские астрономы Алекс Паркер и Джон Кавелаарс, не подтверждает эту гипотезу. Она не согласуется с тем фактом, что многие объекты пояса Койпера образуют двойные планетные системы. «Двойные планеты – это очень удобный инструмент для астрономов, – отмечает Паркер. – Их орбиты чрезвычайно чувствительны к внешним воздействиям, а потому мы можем с их помощью определять, в каких условиях они находились раньше». Созданная исследователями модель показывает, что двойные планетные системы вели бы себя крайне нестабильно, если бы подвергались воздействию такой гигантской планеты, как Нептун. Дело в том, что одна из двух планет неизменно оказывалась бы ближе к Нептуну и сильнее притягивалась бы им. Поэтому большая часть двойных систем распалась бы, и теперь их было бы значительно меньше, чем мы имеем. Очевидно, пояс Койпера возник там, где мы и наблюдаем его сегодня.

С его открытием появилась еще одна гипотеза. Когда-то Плутон был одним из астероидов – только более крупным. После столкновения с другим астероидом он был выброшен на свою нынешнюю, очень вытянутую орбиту. Трудно предположить, что он оказался на этой орбите случайно. Ведь при движении по ней период его обращения вокруг Солнца относится к периоду обращения Нептуна как 3: 2. При такой пропорции наблюдается «резонанс орбит»: планеты не могут сблизиться друг с другом. Расстояние между ними не бывает меньше 2,5 миллиардов километров, хотя орбиты обеих планет пересекаются. Расчеты показывают, что вероятность подобной орбиты лежит в пределах от 0,1 до 1,0 %. Возможно, на ранней стадии развития Солнечной системы существовало от сотни до тысячи объектов, напоминающих Плутон. Большинство из них «после встречи» с Нептуном улетело далеко на окраину Солнечной системы, Плутону же просто повезло с орбитой.

Сейчас астрономы полагают, что в поясе Койпера находится около 70 тысяч объектов размером более 100 километров. Впрочем, их невозможно заметить в наземный телескоп – только

телескоп «Хаббл» может при случае их разглядеть.

Вообще же, дальняя окраина Солнечной системы населена гораздо плотнее, чем считалось прежде. По ту сторону орбиты Нептуна движется примерно квадрильон глыб диаметром от 10 до 100 метров. Все они обращаются вокруг Солнца. Таков результат исследования тайваньских астрономов. Если их гипотеза верна, то в поясе Койпера в 1000—100 000 раз больше объектов подобного рода, чем считалось прежде.

Исследователи научились обнаруживать эти миниатюрные астероиды, которые невозможно заметить в наземный телескоп, благодаря одному хитрому трюку. Дело в том, что всякий раз, когда мини-астероид оказывается между наблюдателем и яркой нейтронной звездой, в ее рентгеновское излучение на доли секунды вкрадывается помеха. По частоте помех ученые сделали вывод о количестве крохотных объектов, которые там могут находиться.

Идея использовать эти колебания звездного излучения для подсчета транснептуновых объектов родилась давно. Однако до сих пор аппаратура была недостаточно чувствительной, чтобы отмечать изменения света, длящиеся тысячную долю секунды. Тайваньские астрономы воспользовались результатами наблюдений космического телескопа «Росси», который фиксировал рентгеновское излучение с очень высокой точностью. В самом деле, астрономы выявили целый ряд коротких, но отчетливых возмущающих сигналов, вызываемых прохождением миниатюрных астероидов перед звездой Scorpio X-1 (это один из самых известных рентгеновских источников). Подсчитав, сколько всего подобных объектов может быть в Солнечной системе, ученые и пришли к этому поразительному результату: около квадрильона небольших небесных тел. С астрономической точки зрения, явное перенаселение, как прокомментировали эту новость коллеги. Подтвердится ли эта гипотеза?

Самый большой объект пояса Койпера – планета Эрида, открытая в 2003 году. Внешне она очень похожа на Плутон, да и своими размерами не уступает ему. В ноябре 2010 года, когда Эрида была обмерена наиболее дотошно, стало ясно, что ее диаметр лишь на 50–60 километров меньше диаметра Плутона. Поразительно велик наклон ее орбиты – 44 градуса. Возможно, поэтому ее не открыли раньше – никто не догадывался искать ее там, где она находилась.

Как показали наблюдения, поверхность Эриды в основном покрыта замерзшим азотом; кроме того, там содержится до 10 % метанового льда. Подобно Плутону, она, по-видимому, окружена разреженной атмосферой, содержащей азот, метан и моноксид

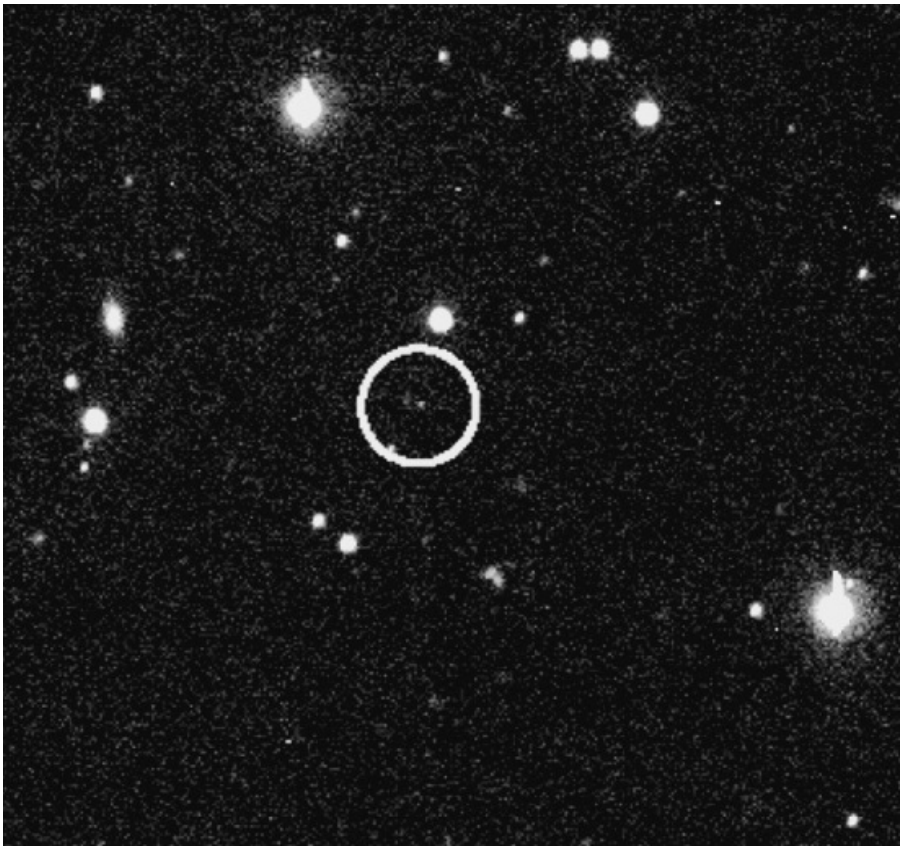
углерода. По мере удаления от Солнца эта атмосфера конденсируется и в виде изморози выпадает на поверхность планеты.

Вплоть до 2020 года зонд «Новые горизонты» будет исследовать объекты пояса Койпера. Они вызывают большой интерес у астрономов, поскольку многое могут поведать о становлении нашей планетной системы. Это – своего рода «кладовая, где сохранились отходы от формирования планет». Здесь можно увидеть тот самый материал, из которого возникла Солнечная система.

В споре двух звезд рождается Седна?

С открытием Эриды вновь вспомнилось о том, что четкой границы между планетами и «непланетами» нет. Ведь при диаметре порядка одной или двух тысяч километров небесное тело уже имеет форму правильного шара и ничем не отличается от таких маленьких планет, как Плутон. Эта путаница смущала умы астрономов на протяжении нескольких лет, прежде чем в 2006 году было решено и Плутон не считать планетой.

К тому времени в поясе Койпера, далеко за орбитой Плутона, были уже открыты три «десятые» планеты кряду, и астрономический мир пребывал в явном замешательстве. Помимо Эриды, впервые замеченной 21 октября 2003 года, это был Квавар, открытый 4 июня 2002 года и насчитывающий, как определили поначалу, 1250 километров в поперечнике (по новейшим оценкам, его диаметр составляет 890 километров). А еще – Седна, обнаруженная 14 ноября 2003 года (об этом открытии было объявлено лишь в марте следующего года) и имеющая диаметр от 1200 до 1600 километров, что уже гораздо ближе к Плутону.



Снимок Седны (слева, отмечена кружком) и ее поверхность глазами художника

Квавар обнаружили Майкл Браун из Калифорнийского технологического института и Чадвик Трухильо из обсерватории «Джемини» (годом позже они же, а также Дэвид Рабиновиц из Йельского университета, заметят Эриду). На то время Квавар, как считалось, стал самым крупным объектом, открытым в Солнечной системе, начиная с 1930 года. Это классический представитель пояса Койпера. Он движется по круговой орбите на расстоянии почти 6 миллиардов километров от Солнца. Его орбита наклонена примерно под углом 8 градусов к эклиптике – плоскости видимого годичного перемещения Солнца, что довольно умеренно, если сравнить эту цифру с наклоном орбиты самого Плутона. Зато альбедо Квавара составляет всего 10 процентов. Эта планета кажется черной, как сажа. Поэтому она так долго оставалась незамеченной.

Найденную планету назвали в честь божества, которому поклонялись индейцы тонгва, населявшие когда-то местность в районе Лос-Анджелеса. По их легендам, Квавар спустился с небес, навел порядок в царившем хаосе, укрепил Землю на спинах семи

великанов, сотворил животных, а потом и человека. На бывших охотничьих угодьях индейцев теперь располагается Калифорнийский технологический институт, в котором работали первооткрыватели этой планеты.

Седна получила свое название в честь эскимосской богини моря, живущей в ледяной пучине северных вод. На ее поверхности и впрямь царит страшный холод. Температура здесь достигает минус 243 °С. В этом нет ничего удивительного, ведь планета приближается к Солнцу самое большее на 11,4 миллиарда километров. Но даже тогда она оказывается в 76 раз дальше от Солнца, чем Земля, и в два раза дальше, нежели Плутон. По этой причине она выглядит на экране телескопа крохотным, едва различимым красноватым пятнышком.

Красная окраска Седны заметно отличает ее от других транснептуновых объектов. Причина такой окраски неясна. Очевидно, она свидетельствует о том, что на поверхности планеты содержатся соединения железа или присутствует большое количество органических веществ. В первом случае возникают аналогии с Марсом, во втором – с кометами. К слову, для появления на поверхности Седны оксида железа не требуется непременно наличия атмосферы.

Удаляется же Седна от Солнца на 130 миллиардов километров, совершая оборот вокруг него за 10 500 лет. Эта планета постоянно пребывает в полной темноте, и Солнце на ее поверхности выглядит небольшой звездочкой. Когда она находится в самой дальней точке орбиты, солнечные лучи летят к ней целых пять дней. Эксцентриситет ее орбиты превышает 0,8 – это неизмеримо больше, чем у Меркурия (0,21) и Плутона (0,25). Один оборот вокруг своей оси она совершает примерно за десять часов.

Это – самая отдаленная и холодная планета из всех, когда-либо найденных в Солнечной системе. Возможно, по ту сторону ее орбиты обращаются и другие похожие на нее планеты, но их невозможно разглядеть в наземные телескопы, да и сама Седна остается видна в телескоп всего около ста лет, а затем вновь невероятно удаляется от Солнца. Подобное поведение этой планеты порождает многочисленные гипотезы. Как признаются астрономы, «Седна сразу же заняла место “планеты-изгоя”, ранее принадлежавшее Плутону. Ее сильно вытянутая орбита снова нарушила устоявшиеся представления о Солнечной системе».

Так, современная модель возникновения планет подразумевает, что самые крупные объекты пояса Койпера ввиду их малой плотности должны были формироваться на протяжении нескольких сотен миллионов лет. Однако сам протопланетный

диск, по оценке астрономов, существовал менее 10 миллионов лет. Для объяснения этого противоречия строятся разные гипотезы.

Несомненно, орбита Седны была изначально круговой. Ее не могли трансформировать ни маленький Плутон, ни огромный Нептун, поскольку они находились слишком далеко. Может быть, эта орбита является столь вытянутой потому, что близ Седны располагался очень массивный объект, принадлежащий Солнечной системе? Впрочем, радиус орбиты подобного объекта должен составлять примерно 200 астрономических единиц. Существование этой крупной планеты стало бы столь же громкой сенсацией, как и существование самой Седны.

А почему бы не объяснить изменение этой орбиты внешними факторами, игрой космических сил, действующих за пределами Солнечной системы? По расчетам американских астрономов Скотта Кениона и Бенджамина Бромли, более четырех миллиардов лет назад Солнце сблизилось с некой звездой, тоже окруженной вереницей планет. Расстояние между ними составило всего 150–200 астрономических единиц. На периферии обеих планетных систем, на расстоянии свыше 50 астрономических единиц от материнской звезды, очевидно, все перемешалось во время этого рандеву. Возможно, чужая звезда увлекла за собой некоторые наиболее крупные объекты, находившиеся на окраине Солнечной системы. Поэтому Седна так удалилась от Солнца. Если бы обе звезды подошли еще ближе друг к другу, то и Нептун изменил бы свою орбиту и вместо круга описывал бы эллипс.

Но есть и другая, прямо противоположная гипотеза. Возможно, Седна первоначально обращалась вокруг чужой звезды и затем покинула ее. Вероятность этого события составляет 10 %. Вместе с ней из «космической тьмы» на сторону Солнца могли переметнуться от нескольких тысяч до нескольких миллионов небесных тел, которым был уготован «светлый плен». В таком случае на периферии Солнечной системы находится вещество другой звездной системы. Зачастую орбиты этих новых спутников Солнца наклонены к центральной плоскости Солнечной системы под очень большими углами, превышающими 40 градусов.

В настоящее время в радиусе четырех световых лет от Солнца нет ни одной звезды, однако около четырех с половиной миллиардов лет назад все могло обстоять иначе. Ведь новые светила чаще всего рождаются целыми группами из сотен и даже тысяч звезд.

Эта гипотеза объясняет еще один странный факт. На расстоянии 50 астрономических единиц от Солнца пояс Койпера резко очерчен. Дальше Солнечная система внезапно пустеет, будто что-

то «вымело» оттуда все астероиды и кометы. Расчеты же показывают, что плотность протопланетного диска по мере удаления от Солнца должна уменьшаться постепенно. Что если встречная звезда, однажды разминувшаяся с Солнцем, и «очертила» границу пояса Койпера, а вовсе не какая-то мстительная Немезида, которую не разглядишь в лучшие телескопы планеты?

Где прячется Немезида?

Грандиозные катаклизмы не раз меняли облик Земли. После этих «бурь» исчезали процветавшие прежде виды растений и животных, в то время как другие, вроде бы находившиеся на обочине эволюции, начинали стремительно развиваться. За последние полмиллиарда лет произошло пять крупных катастроф, во время которых наблюдались массовые вымирания всего живого. Подчас их жертвами становилось до 75–80 % всех видов животных, населявших нашу планету. Среди них – аммониты, трилобиты, динозавры, птерозавры, ихтиозавры.

Помимо этих грандиозных «смен декораций» в истории Земли было и немало других периодов, когда значительная часть ее обитателей гибла. Порой таинственный рок расправлялся лишь с морскими животными, порой загадочный мор уносил «всего» 30–40 % видов животных, порой вымирание охватывало только животных, населявших отдельные континенты или регионы.

Чем были вызваны эти катастрофы? Мощными извержениями вулканов? Резкими колебаниями климата? А может быть, причину следует искать в глубинах неуютного космоса, окружающего нас?

В 1984 году палеонтологи из Чикагского университета Джон Сепкоски и Дэвид Рауп попытались ответить на этот вопрос. Они проанализировали частоту массовых вымираний животных и пришли к неожиданному выводу. Периоды гибели целых семейств морских организмов подчиняются определенному ритму – повторяются через 26–33 миллиона лет (в качестве среднего показателя была принята цифра 27 миллионов лет – именно с такой периодичностью возрастало число падений метеоритов на нашу планету). За последнюю четверть миллиарда лет лишь дважды – около 170 и 120 миллионов лет назад – не наблюдалось этого поголовного истребления животных, населявших моря.

Как ни сенсационны были эти выводы, но Сепкоски и Рауп добавили к ним еще одну неожиданную гипотезу. По их мнению, массовые вымирания были связаны не с земными – геологическими – причинами, а с ударами из космоса. Незадолго до этого Луис и Уолтер Альваресы уже предположили, что на исходе мелового периода динозавров погубил именно «космический блицкриг» – падение метеорита на полуостров Юкатан. Почему бы не связать и другие загадочные случаи с ударами астероидов или комет?

В целом статья – особенно выводы, сделанные из нее, – была встречена среди коллег скептически. Однако она казалась так

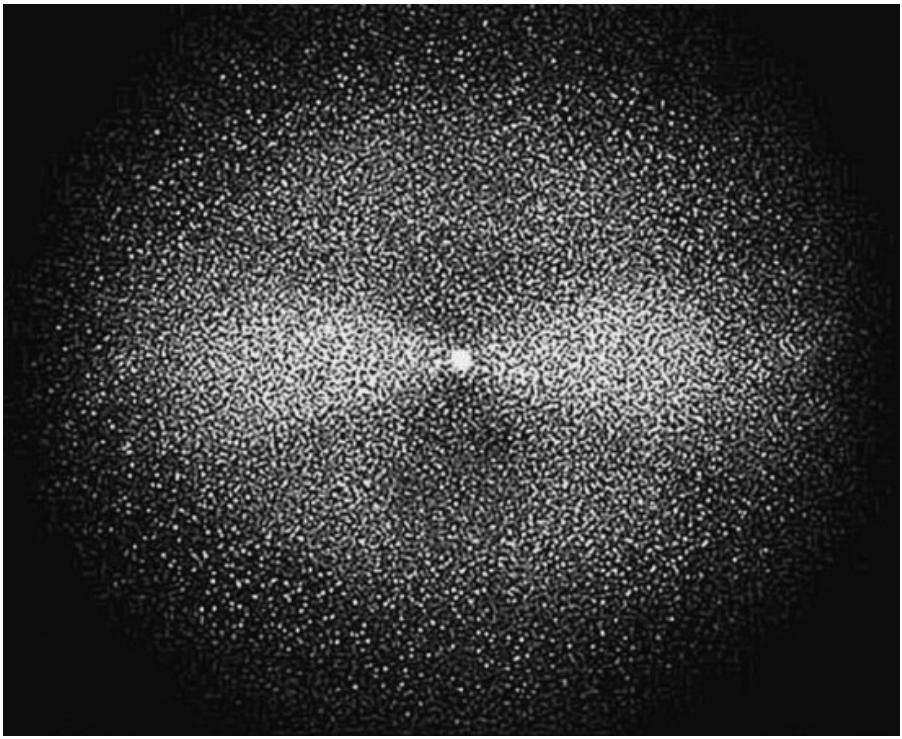
основательно аргументирована, что, похоже, и впрямь периодичность земных катастроф не являлась ни случайным совпадением, ни умозрительной игрой. Вскоре некоторые астрономы начали увлеченно искать небесные тела, которые могли бы вызывать подобные события.

Так возникла идея, что у Солнца есть невидимый нами спутник – звезда Немезида, извечно сопровождающая его. Она то удаляется от него на 90 тысяч астрономических единиц (1,4 световых года), то – каждые 27 миллионов лет – сближается с ним на расстояние порядка 20 тысяч астрономических единиц. Оказавшись на периферии нашей планетной системы, она вносит разлад в размеренное кружение комет, пребывающих в облаке Оорта (считается, что это облако занимает область на расстоянии от 2000–5000 до 50 тысяч астрономических единиц от Солнца).

Проблема в том, что никаких других признаков существования этой звезды, кроме статистики смертей на нашей планете, пока нет. Можно предположить, что звезда не должна быть яркой или массивной. Она гораздо меньше и темнее Солнца. Вполне может статься, что она давно внесена в каталоги слабо светящихся звезд, хотя особенности ее движения так и не были выявлены.

Американский физик Ричард Маллер, увлеченный гипотезой Альваресов, одним из первых заговорил о существовании Немезиды, названой так в честь греческой богини возмездия. На страницах журнала «Nature» в апреле 1984 и феврале 1985 годов Марк Дэвис, Пит Хат и Ричард Маллер описали эту гипотетическую звезду как слабо светящийся красный или коричневый карлик, который движется по очень вытянутой орбите. Перигелий Немезиды находится в облаке Оорта. Всякий раз, пересекая это облако, она нарушает ход комет, заставляя множество их сойти с привычных орбит. Ученые оценили число потревоженных комет астрономической цифрой: 109 комет. На протяжении последующих нескольких десятков тысяч лет они устремляются в центральную область Солнечной системы, причем от 10 до 200 комет обрушиваются на поверхность нашей планеты, опустошая целые регионы и вызывая гибель всего живого.

Как отмечают Мартин Уайнберг, Стюарт Шапиро и Айра Вассерман, опубликовавшие свои работы на страницах журналов «Icarus» (1986) и «The Astrophysical Journal» (1987), вероятность существования подобных двойных звезд с периодом обращения в 27 миллионов лет и большой полуосью, равной примерно 105 астрономических единиц, достаточно мала, но тем не менее ею невозможно пренебрегать.



Облако Оорта

Впрочем, многие ученые отнеслись к этой гипотезе с нескрываемым скепсисом. В самом деле, есть в ней что-то от мистических учений древних времен. Суть ее вполне можно было бы передать в духе легенд и мифов. Высоко в небе прячется «звезда демонов» – второе Солнце. Никому из смертных не суждено увидеть ее. Давным-давно, задолго до того, как на Земле поселились наши прадеды и деды, звезда демонов напала на Солнце. Сотни хвостатых комет устремились тогда в сторону светила, словно стрелы и копья – к стенам крепости. Многие из комет вонзились в Землю, изранив ее. Тело ее стало остывать. На планете воцарилась зима. Почти все, кто жил тогда на Земле, умерли от напасти, насланной демонами. Заколдованная ими звезда, так и не добившись своей цели – не погубив Солнце, еще несколько раз нападала на него, но под ударом всегда оказывалась Земля. Сейчас эта звезда затаилась и ждет. Но она вернется, обязательно вернется.

И все-таки, хотя ученые и встретили эту гипотезу скептически, она вполне научна, и не случайно статьи о Немезиде печатались в авторитетных научных журналах. Ведь гипотезу можно проверить путем астрономических наблюдений, а это главное! Можно попытаться отыскать эту звезду, а если она найдется, изучить ее свойства и предсказать поведение.

Поиски «звезды смерти» ведутся уже четверть века, но пока не увенчались успехом. А может быть, дело вовсе не в Немезиде? И роль ее готова играть любая случайная звезда?

Оценивая гипотезу Дэвиса, Хата и Маллера, британский астроном Уильям Нейпьер отметил, что звездная пара, состоящая из Солнца и карликовой звезды, которая обращается по вытянутой орбите, была бы очень неустойчивой. Гравитационные возмущения, вносимые межзвездными газовыми облаками, которыми окружена Солнечная система, непременно повлияли бы на орбиту Немезиды. Уже после нескольких оборотов ее большая полуось сократилась бы до 100 астрономических единиц.

Тот же профессор Нейпьер предлагает другое объяснение периодических катастроф, постигающих Солнечную систему. Каждые 35 миллионов лет в своем движении вокруг центра Галактики она пересекает галактическую плоскость, и тогда заметно возрастает вероятность того, что ее размеренную жизнь может что-либо потревожить. В облаке Оорта начинается беспорядочное движение комет, и все чаще какая-либо из них внезапно приближается к Земле и сталкивается с ней.

…К слову, в последний раз массовое вымирание животных на нашей планете наблюдалось около 30 миллионов лет назад. Возможно, звезда по имени Немезида, если она и впрямь существует, уже приближается к границам Солнечной системы? Удастся ли ее обнаружить?

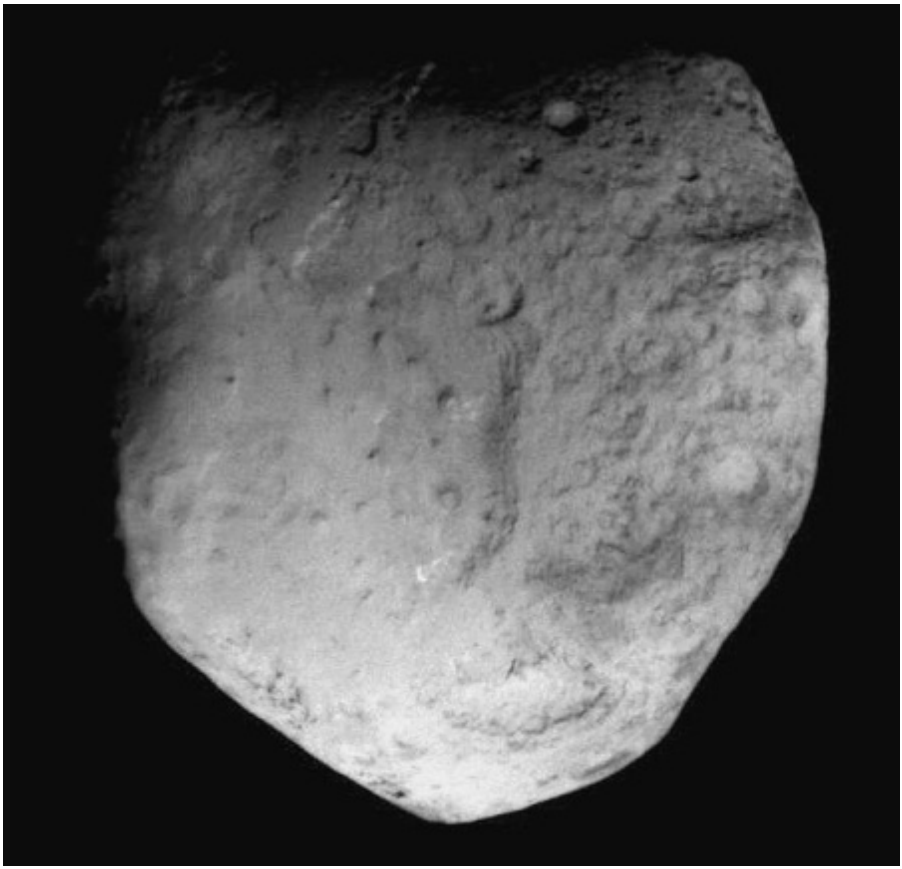
Вестницы жизни из космоса

На протяжении столетий астрономы пытались понять тайны внезапного появления комет. Но даже теперь, в век космонавтики, они остаются одними из самых загадочных и наименее исследованных небесных тел. Их можно назвать «живыми ископаемыми». Они сформировались одновременно с планетами около 4,6 миллиарда лет назад, но в отличие от последних почти не изменились с тех пор. Большую часть времени они проводят среди мрака и холода, на окраине Солнечной системы, а потому представляют собой своего рода «законсервированный архив», в котором хранятся сведения о далеком прошлом нашей космической родины. Может быть, там, внутри комет, укрытые от космических лучей и ударов микрометеоритов, покоятся образцы вещества, оставшиеся с эпохи зарождения нашей планетной системы?

Лишь время от времени кометы срываются с привычной орбиты и устремляются в центр Солнечной системы. Тогда астрономы имеют редкую возможность исследовать их и узнать, что таится за их видимой поверхностью.

Четвертого июля 2005 года, во время обстрела кометы Темпеля-1 автоматическим зондом «Deep Impact», ученые впервые заглянули внутрь кометы. Сразу после удара над ней поднялись беловатые клубы газов, а затем и облако взвихренной пыли. Всего, по оценке экспертов, она потеряла в тот день около 1000 тонн вещества. Спектральный анализ показал, что комета Темпеля-1 содержала, например, кристаллические силикаты. Эти соединения образуются при температурах порядка 700–800 °С. Очевидно, они возникли в окрестностях Солнца.

Полгода спустя, 17 января 2006 года, в ходе другого эксперимента зонд «Стардаст» доставил на Землю тысячи крохотных частиц кометы Вильда-2. Впервые со времен лунных экспедиций на нашу планету было привезено внеземное вещество. По своему химическому составу эта комета напоминала другие тела Солнечной системы. Здесь имелись, например, зерна кальция и алюминия. Они тоже образуются лишь при очень высоких температурах, – вероятно, поблизости от Солнца.



Спектральный анализ показал, что комета Темпеля-1 содержала кристаллические силикаты

Подобные находки свидетельствуют о том, что уже 4,6 миллиарда лет назад кометы бороздили нашу планетную систему, снова и снова сближаясь с Солнцем. По-видимому, их активность была обусловлена вихревыми процессами, которые протекали в протопланетном облаке.

Период обращения комет очень разнится. Так, полторы сотни известных науке короткопериодических комет совершают оборот вокруг Солнца за период от трех до 200 лет, удаляясь от него в ту область, где пролегают орбиты планет-гигантов. Например, афелий кометы Вильда-2 (самая удаленная от Солнца точка орбиты) находится близ орбиты Юпитера, а афелий кометы Галлея – по ту сторону орбиты Нептуна.

Период обращения длиннопериодических комет составляет от 200 до нескольких миллионов лет. К из числу относятся появлявшиеся в середине 1990-х годов кометы Хейла-Боппа (период обращения – 4000 лет) и Хиякутаке (около 40 тысяч лет). Теоретически они могут и не возвращаться к Солнцу, а покинуть нашу планетную систему.

Астрономы наблюдали за сотнями комет, но тем не менее загадка их происхождения до конца не раскрыта. Какое-то время родиной всех комет считалось облако Оорта – громадная сфера из пыли, льда и каменных крупиц, окружающее Солнечную систему. В 1950 году нидерландский астроном Ян Хендрик Оорт предположил, что это облако является своего рода «резервуаром комет». Они медленно движутся по обычным для себя орбитам, и лишь из-за внешнего воздействия срываются со своих мест. Что же заставляет их устремляться к Солнцу? Возможно, влияние звезд, оказавшихся поблизости от Солнечной системы? А может, таинственная звезда Немезида?

Гипотеза Оорта хорошо соотносилась с тем, что мы знаем о длиннопериодических кометах, однако не объясняла характер движения короткопериодических комет. Тогда же Джерард Койпер высказал догадку, что в Солнечной системе имеется еще одно «вместилище комет». Оно расположено сразу за орбитой Нептуна. Небольшими темными шарами, лишенными привычного для нас хвоста, кометы проносятся в этой космической дали. Их не разглядеть даже в телескоп, ведь их размер не превышает нескольких километров.

Лишь в 1988 году канадские астрономы путем компьютерного анализа подтвердили, что особенности орбит короткопериодических комет можно объяснить существованием подобного пояса. По их расчетам, там находится от 100 миллионов до 10 миллиардов кометных ядер. Наконец, в начале 1990-х годов астрономам наконец, удалось разглядеть первые объекты из пояса Койпера. Впрочем, небольшие кометные ядра по-прежнему невозможно увидеть в телескопы, но нет никакого сомнения в том, что их там множество.

Ядра комет и теперь еще остаются «белыми пятнами» астрономии. Их строение почти неизвестно ученым. Долгое время они анализировали их состав лишь косвенными методами – методами спектрального анализа света, отраженного кометами.

По мнению американского астронома Фреда Уиппла, опубликовавшего в 1950 году свою теорию «грязных снежков», ядра комет на три четверти должны состоять из водяного льда, а также замерзшего оксида углерода, углекислого газа, метана и аммиака, а еще на четверть – из пыли и камней.

Лишь когда в 1986 году межпланетный зонд «Джотто» приблизился к комете Галлея, переданные им фотографии подтвердили правоту Уиппла. Впервые астрономы увидели, как выглядит ядро кометы. Оказалось, что оно отражает не более 5 % солнечного света, упавшего на него, – даже меньше, чем отражает асфальт. Вся поверхность ядра кометы была покрыта сажей, из-

под которой местами вырывались яркие фонтаны испарявшегося льда, увлекавшего за собой пыль.

Плотность пористого кометного ядра, как предположил Уиппл, так мала, что пробить его поверхность можно легким ударом ладони. Что ж, судя по эксперименту, проведенному зондом «Deep Impact», поверхностный слой кометы, пожалуй, даже рыхлее снежной пороши.

В 2014 году состоится еще один важный эксперимент: запланирована посадка европейского зонда «Розетта» на поверхность кометы Чурюмова-Герасименко. Астрономы готовы к любым неожиданностям: к тому, что зонд увязнет в пыли, перемешанной со снегом, или ударится о ледяную гладь.

С некоторых пор кометы интересуют как астрономов, так и геологов. Ведь эти небесные тела, возможно, не только принесли на Землю жизнь (теория панспермии), но и наполнили все впадины на нашей планете водой. Оживленная дискуссия на эту тему вспыхнула в 1981 году, когда в руки ученых попали фотоснимки, сделанные в верхних слоях атмосферы спутником «Dynamics Explorer». Это были потрясающие по качеству фотографии, на которых, впрочем, виднелось множество черных точек. Дефект фотопленки? Совсем иначе рассудил Луис Фрэнк из Айовского университета. По его мнению, камера запечатлела многочисленные космические «снежки», летящие в сторону Земли. Каждый день, по словам Фрэнка, нашу планету обстреливает около 30 тысяч ледяных комет, которые испаряются, попав в атмосферу.

Смелое утверждение! Пожалуй, за миллионы лет эти «снежки» принесли на Землю столько воды, что вся планета покрылась морями и океанами! Впрочем, соотношение изотопов водорода, содержащихся в отдельных кометах, не совпадает с соотношением изотопов водорода в Мировом океане. Быть может, это связано с тем, что химический состав исследованных комет не характерен для раннего периода истории нашей планеты? Поистине, кометы хранят еще так много тайн!

Могут ли микробы перелетать из одной звездной системы в другую?

Проблема возникновения жизни на нашей планете – одна из фундаментальных проблем современной науки. Что если жизнь не зародилась на Земле, а переселилась сюда из космоса? В последние десятилетия все активнее обсуждается гипотеза панспермии – перенос жизни от одного небесного тела к другому. А не могла ли сама Земля после появления на ней живых организмов рассылать их на другие планеты?

Живучесть земных микроорганизмов поражает фантазию. Наблюдения и эксперименты, проведенные в последние годы, показали, что припорошенные пылью или притаившиеся внутри метеорита споры бактерий могут безболезненно перенести даже межпланетное путешествие. Эти организмы, которые мы не задумываясь называем «примитивными», приспосабливаются к любым условиям обитания, какие только можно представить себе. Их шансы выжить значительно выше, чем у других животных, продвинувшихся вверх по лестнице эволюции. «Панспермия скорее и чаще наблюдалась на ранней стадии существования жизни, – пишет американский биолог Питер Уорд, – когда ее формы располагали минимальным геномом и были готовы к самым суровым условиям».

Ни вакуум, ни жуткий холод, царящий в космосе, не вредят этим «бессмертным» микробам. Лишь воздействие ультрафиолетовых лучей они переносят с трудом, но достаточно густой пелены из пыли, чтобы их выживаемость в космическом аду заметно повысилась. Их не страшит и отсутствие пищи: они не гибнут, а, окутавшись плотной оболочкой, впадают в спячку – превращаются в споры. Таким образом, их генетический код сохраняется, чтобы, может быть, начать новую летопись жизни на какой-нибудь пустынной планете, куда упадет их «корабль». Тогда уснувшие микробы возвратятся к жизни.

Во время опытов, проведенных на российских спутниках серии «Фотон», контейнеры со спорами бактерии Bacillus subtilis (сенная палочка) были доставлены на околоземную орбиту и в течение двух недель оставались открытыми, подвергаясь воздействию космических лучей. По возвращении выяснилось, что до 70 % спор выживало, если они были защищены, например, слоями глины и камня. Расчеты показывают, что, оказавшись в расселине астероида, в метре-двух от его поверхности, споры бактерий могут провести без ущерба для себя миллионы лет.

Эксперименты с бактерией Deinococcus radiodurans показали, что та почти не чувствительна к космическому излучению. Ее споры могут выдержать дозы излучения в три миллиона рад, что в тысячи раз выше смертельной дозы для человека. К плаванию в открытом космосе готовы даже отдельные виды многоклеточных животных, например, тихоходки.

Поистине неисповедимы пути жизни. По гипотезе астронома из Кардиффского университета Уильяма Нейпьера, у земных микроорганизмов есть даже возможность попасть в другие звездные миры. Во время своих блужданий по Солнечной системе астероиды много раз сталкиваются друг с другом, постепенно крошась и рассыпаясь на части. Со временем самые твердые камни перемалываются в пыль. Если пылинки довольно малы – не более 0,1 миллиметра, то давления солнечного ветра хватит, чтобы вымести их за пределы нашей планетной системы. В случае же, если споры микробов окутаны каменным крошевом или находятся внутри крупиц, они, как уже отмечалось, порой неуязвимы для космического излучения, смертельного для всего живого.

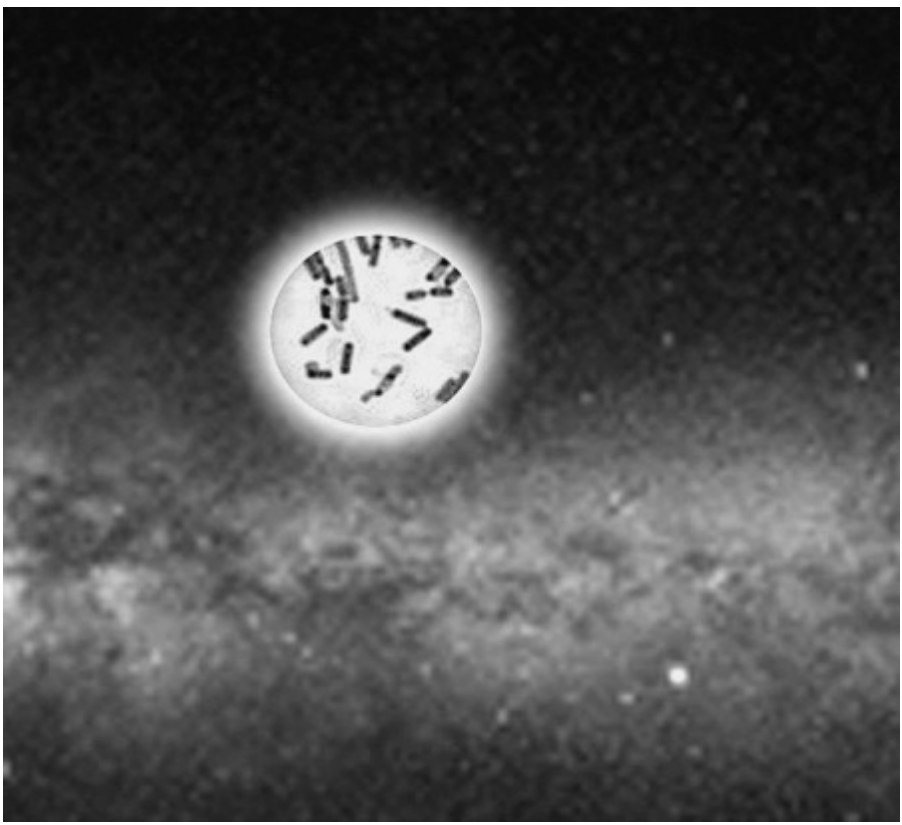
Вокруг нашей планеты, на расстоянии в несколько световых лет, возможно, простирается громадная «биопленка», состоящая из многочисленных спор бактерий, которые постепенно относит к соседним звездам. Если эта гипотеза верна, то, наверное, немало планет в разных частях нашей Галактики «инфицировано» жизнью, занесенной с Земли. Ведь за последние 4 миллиарда лет Солнечная система в своем движении по Млечному Пути самое меньшее, пять раз пересекала громадные молекулярные облака, где рождаются новые звезды и планеты. Значит, те с самого начала могли разжиться и «кирпичиками жизни», и целыми колониями микроорганизмов, перелетевших на них с Земли.

Вероятность подобных межзвездных путешествий чрезвычайно мала, но все-таки их нельзя назвать невозможными. Например, шансы микроорганизмов добраться до звезды Альфа Центавра можно сравнить с надеждой слепца найти дорогу домой после того, как несчастного перевезут на другой континент. Прокрасться сослепу из Дар-эс-Салама в Северодвинск? Почему бы нет! Дайте только время! А если взять, к примеру, полмиллиона слепцов, то кому-то и впрямь улыбнется удача. Разумеется, чтобы «невиданная невозможность» стала явью, должно сбыться несколько условий, перечисляет астроном Джей Мелош из Аризонского университета, описывая свой секрет звездных странствий.

После падения на планету земного типа громадного метеорита в космос устремляется множество камней,

выброшенных взрывом. Некоторые из них могут достигать в длину 5—10 метров и более. Как показывают расчеты, подобные глыбы – эти «корабли призраков», начавшие новое путешествие, – могут уберечь в своей сердцевине, в спасительном «трюме», колонии микроорганизмов, до которых не долетят губительные лучи.

Если такая глыба угодит в «гравитационную пращу», то она имеет возможность выбраться за пределы Солнечной системы. Так, обломки, разлетевшиеся с поверхности Марса, с вероятностью 30 % могут, пролетая мимо Юпитера, быть выброшены им в космическую даль. Правда, пока это случится, пройдет несколько десятков миллионов лет.



Вероятность межзвездных путешествий спор микроорганизмов чрезвычайно мала, но все-таки их нельзя назвать невозможными

Нужно приготовиться к очень долгому путешествию. Миновав Юпитер, метеориты, «приговоренные к изгнанию», движутся относительно Солнца со скоростью порядка 5 километров в секунду, постепенно смещаясь в открытый межзвездный океан. Пройдут многие миллионы лет, прежде чем эти обломки,

подхваченные «невидимыми волнами» гравитации, прибьются к одному из архипелагов, лежащему на их пути. Например, полет до звезды, расположенной на расстоянии 2000 световых лет от Земли, займет, по Мелошу, 100 миллионов лет.

На пути должна встретиться планета. Тогда «семена жизни», заброшенные к другой звезде, найдут питательную почву. Если же, минуя все другие небесные тела, метеориты, как полешки в топку, будут один за другим вваливаться в пылающий шар звезды, все «семена» погибнут. Лишь случайная встреча с планетой земного типа убережет генофонд организмов, вырвавшихся за пределы Солнечной системы, даст им шанс заселить еще один мир двойниками наших микробов.

В подобных гипотезах процесс распространения жизни представляет собой цепную реакцию, начавшуюся неизвестно когда, неведомо в какой части галактики, а может быть, даже за ее пределами. Когда-то – в ходе этой реакции – жизнь была занесена и на нашу планету, «зародилась» на ней, и с тех пор сама Земля всюду рассеивает «семена жизни»: и внутри Солнечной системы, и вне ее – во всех галактических регионах, которые пересекает в своем вековечном кружении вокруг центра Млечного Пути. Если подобная идея справедлива, то жизнь «зарождается» всюду, где сложились условия, благоприятные для этого. Ведь вокруг всех небесных тел – планет и комет – роятся «семена жизни», споры микроорганизмов, летящие неизвестно откуда неизвестно куда. И попадут они в почву мягкую и влажную, не кипящую огнем и не омертвелую в холоде – и тогда непременно дадут всходы. В мироздании, устроенном по законам Эйнштейна, все наполнено жизнью, развивающейся по законам Дарвина. Во всяком случае, так видится с современного «гранита науки». А что там, за горизонтом, решат новые поколения ученых.

Наша Вселенная, ее пространство и время

Этот странный мир звезд

В погожую ночь можно увидеть невооруженным глазом около двух тысяч звезд. Если заглянуть в мощный бинокль или небольшой телескоп, станут заметны уже сотни тысяч звезд. Все эти крохотные пятнышки, видимые нами на ночном небосводе, на самом деле, – если не считать нескольких планет, например, Марса или Юпитера, – не уступают размерами Солнцу, но расположены так далеко, что предстают перед нами в виде светящихся точек.

Многие из них в действительности светят гораздо ярче, чем Солнце; другие излучают сравнительно мало света. Но все они представляют собой раскаленные газовые шары огромных размеров. Температура в их недрах так высока, что там могут протекать термоядерные реакции. Во время этих реакций крохотные атомные ядра сливаются и образуют более тяжелые ядра. При этом выделяется неимоверное количество энергии.

Все звезды мчатся сквозь космическое пространство с невероятными скоростями. Однако расстояние между ними так велико, что человеку не хватит всей его жизни, чтобы заметить, как изменилось взаимное положение звезд. Глядя на ночное небо, мы видим, что отдельные яркие звезды вроде бы образуют фигуры, которые мы именуем созвездиями. Тысячи лет эти созвездия как будто не меняют своей формы. Недаром в древности верили, что звезды закреплены на небесном своде и потому неподвижны; планеты же перемещаются по небосводу.

У звезд, как у людей: жизнь и смерть, юность и старость, «время хранить и время тратить», «время разрушать и время строить». Жизнь звезды – и символ, и прямое подобие человеческой жизни. У людей многое определено от рождения: у одних здоровая наследственность, другим передались дедушкины недуги. Вот и у звезд, едва они появятся на свет, многое в их судьбе предопределено. Вглядевшись в народившуюся звездочку, астроном мог бы предсказать ее жизненный путь куда точнее, чем астрологи пробуют угадать во тьме времени человеческую судьбу. В прозрениях астрономов – одна наука, точная наука, как и в соображениях генетиков, знатоков человеческой природы. У человека многое в его жизни – болезни, долголетие – определяют гены. У звезды – масса. Срок горения звезды зависит именно от ее массы – этакой «жизненной силы» светила. Солнце – это звезда с относительно малой массой. Есть звезды, что весят гораздо больше, чем Солнце, но они очень быстро сжигают свое топливо и потому живут намного меньше нашего светила.

Первые звезды возникли уже через несколько сотен миллионов лет после Большого взрыва, то есть более 13 миллиардов лет назад. Но, как и прежде, звезды вновь и вновь продолжают рождаться в молекулярных облаках. Подобные облака – ученые шутливо называют их «фабриками по производству звезд» – и теперь еще можно увидеть в созвездиях Тельца, Змееносца, Ориона. Здесь находится множество молодых, ярко светящихся звезд, чей возраст не превышает нескольких миллионов лет.

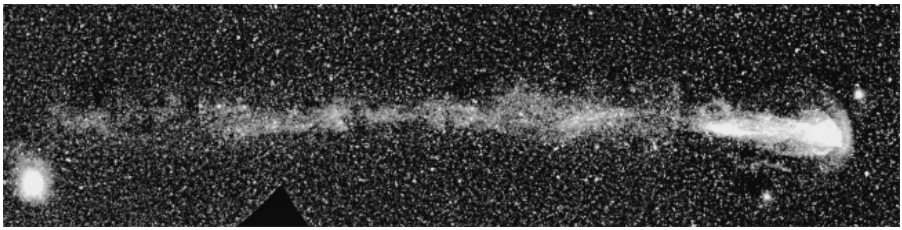
Процесс зарождения звезд – это очень динамичный, необычайно хаотический процесс. Многие его особенности по-прежнему вызывают споры среди астрономов. Например, какое влияние на происходящее оказывают магнитные поля, пронизывающие молекулярное облако? Как образуются самые массивные звезды? Почему в той или иной части космоса начинается процесс зарождения звезд? Почему он завершается через определенное время, хотя запасы межзвездного газа имеются в достаточном количестве? А как возникли самые первые звезды во Вселенной? Понимание происходящего сложно еще и потому, что наблюдать за этим вживую невозможно. Области, где рождаются звезды, окружены плотными облаками газа и пыли. Остается лишь моделировать этот процесс на компьютере.

В наблюдаемой нами части Вселенной насчитывается не менее 1022 звезд. Они таят еще много неожиданного. Вот лишь некоторые из них – обычные и в то же время совсем не обычные. Надо лишь внимательно к ним приглядеться.

В 2007 году, наблюдая за звездой Мира в созвездии Кита, известной вот уже четыре столетия, астрономы сделали поразительное открытие. Вслед за этим красным гигантом тянется хвост, наподобие кометного. Этот хвост, правда, хорошо заметен лишь в ультрафиолетовом диапазоне. Он простирается примерно на 13 световых лет, что в три раза превышает расстояние от Солнца до ближайшей звезды. Ничего подобного астрономы еще не видели: «звезда-комета». Каждое десятилетие Мира, расположенная примерно в 300 световых годах от Земли, теряет столько газообразного вещества, сколько весит наша планета. За последние 30 тысяч лет – именно таков на сегодня возраст ее хвоста – из сброшенного ею вещества можно было бы создать не менее девяти таких планет, как Юпитер.

Самой быстрой звездой, известной астрономам, считается звезда PSR J1748—2446ad, расположенная в созвездии Стрельца, на расстоянии 19 тысяч световых лет от Солнца. В состав этого двойного радиопульсара (его обнаружил 10 ноября 2004 года канадский астроном Джейсон Хесселс) входит нейтронная звезда,

которая вращается с невероятной скоростью, составляющей примерно 24 % скорости света. Всего за одну секунду она успевает совершить 716,36 оборотов (!) вокруг своей оси.



Звезда Мира и ее хвост, снятые в УФ лучах

Самая компактная звездная система – это 4U 1820—30. Она находится в шаровом скоплении NGC 6624, на расстоянии 25 тысяч световых лет от Земли, и состоит из нейтронной звезды, которая обращается вокруг другой звезды, в чьих недрах еще догорают остатки гелия. Два небесных тела разделяет всего 130 тысяч километров, что почти в три раза меньше расстояния от Земли до Луны.

Наиболее массивные из известных нам звезд обнаружены в 2010 году в двух молодых звездных скоплениях NGC 3603 и RMC 136a. Первое расположено на расстоянии 22 тысяч световых лет от Земли в созвездии Киля, а второе – в Большом Магеллановом Облаке, соседней с нами галактике.

Наблюдая за этими скоплениями, астрономы из Шеффилдского университета (руководитель – Пол Кроутер) отыскали несколько звезд, чья температура поверхности была выше 40 000 °C. Таким образом, они были примерно в семь раз горячее Солнца, а их яркость – выше в миллионы раз. Как показали расчеты, масса этих звезд первоначально превышала предельно допустимую, как считалось ранее, массу звезды – 150 солнечных масс.

Звезда R136a1 оказалась самой массивной звездой, известной науке. Сейчас она весит примерно в 285 раз больше, чем Солнце, а когда только родилась, весила и вовсе в 320 раз больше Солнца. Если бы она располагалась в центре нашей планетной системы, то светила бы во столько же раз ярче Солнца, во сколько то светит ярче Луны. При этом ультрафиолетовое излучение, испускаемое ею, было бы таким мощным, что всякая жизнь на Земле сделалась бы невозможной.

Очевидно, подобные звезды встречаются чрезвычайно редко, к тому же они живут очень недолго. Их можно отыскать только в самых плотных звездных скоплениях, где даже при наблюдении в мощный телескоп трудно отделить одну звезду от другой. Кстати, по мнению Кроутера, столь массивные звезды, как R136a1,

возможно, возникают в результате слияния нескольких небольших звезд.

Как отмечают астрономы, открывшие этих гигантов, «наша работа подтверждает традиционное мнение о том, что у звезд есть предельно допустимая масса, однако этот предел надо увеличить вдвое – он равняется примерно 300 солнечным массам».

Последние звезды во Вселенной угаснут, по некоторым оценкам, через 100 триллионов лет, а значит, у ученых есть еще много времени впереди, чтобы разгадать все тайны звезд.

Таинственный мир спиральных галактик

Звезды, составляющие нашу Вселенную, образуют огромные скопления – галактики, которые насчитывают от сотен миллионов до многих сотен миллиардов звезд. Одни скопления имеют непонятную, неправильную форму. Другие напоминают дыню, то есть имеют форму эллипсоида. Третьи – словно застывшее вмиг, остановленное движение: вокруг их диска еще тянутся отдельные спиральные ветви, словно расплесканные струи вещества. Их называют спиральными галактиками.

Теперь нам известно, что треть всех наблюдаемых нами галактик являются спиральными. Например, в радиусе 30 миллионов световых лет от нашей Галактики – Млечного Пути – насчитывается примерно 34 % спиральных галактик, 13 % эллиптических галактик и 53 % иррегулярных и карликовых галактик. Спиральные галактики считаются одними из самых красивых астрономических объектов. Для многих они стали зримым образом космоса.

Один из величайших астрономов XX века, американец Эдвин Хаббл, доказав в 1926 году, что спиральные «туманности» лежат за пределами Млечного Пути, уже в конце 1920-х годов попробовал рассортировать известный к тому времени «галактический зоопарк», Так появилась на свет знаменитая «последовательность Хаббла». Она стала основой всех позднейших классификаций галактик.

Спиральные галактики содержат огромное количество газа, а потому здесь продолжаются процессы образования звезд

Открывают эту последовательность эллиптические галактики. От их череды отходят два ряда спиральных галактик. Верхний составляют «классические» спиральные галактики, сокращенно обозначаемые Sa, Sb, Sc, Sd. Они состоят из балджа и диска, от которого отделяются рукава (ветви) – здесь находятся самые яркие звезды. Буквенные индексы внизу характеризуют расположение ветвей. Так, рукава галактик типа Sa плотно прижаты к галактическому диску, в то время как у галактик типа Sd они широко раскрыты. Нижний ряд образован спиральными галактиками с перемычкой. К их числу относится почти каждая вторая спиральная галактика. В этих «звездных островах» балдж (выпуклая часть галактического диска) пересекает яркая перемычка (бар), от которой отходят ветви.

Спиральные галактики – очень динамичные системы. Они содержат огромное количество газа, а потому здесь продолжаются процессы образования звезд. Уже по прошествии нескольких миллионов лет самые крупные из новорожденных звезд

взрываются. И тогда в клубах газа, окружавшего их, распространяются ударные волны, под действием которых сжимаются все новые газовые облака – рождаются новые звезды.

Эти галактики обладают также магнитными полями, которые вытянуты вдоль их ветвей. Межзвездный газ не является электрически нейтральной средой, а потому магнитные поля влияют на перетекание газа в ветвях галактики. Ученым пока не удается детально объяснить как природу этих полей, так и их стабильность. Согласно одной из гипотез, магнитное поле галактики поддерживается вихревыми потоками, возникающими при рождении новых звезд, взрывах сверхновых, а также при проникновении холодных газовых облаков в галактический диск. Еще одним источником энергии, питающим магнитное поле галактики, может быть то, что различные области ее диска вращаются с разной скоростью.

Как и большинство других звездных систем, спиральные галактики входят в состав скоплений и суперскоплений. Как установлено, на периферии подобных объектов их заметно больше, чем в центральной части. Это объясняется тем, что в центре скоплений различные галактики чаще сталкиваются и сливаются друг с другом. Результатом таких коллизий становится появление здесь эллиптических галактик.

Спиральные галактики таят еще немало загадок. В истории их формирования по-прежнему многое неясно. Как образуется балдж? Как возникают спиральные ветви? И почему они сохраняют стабильность на протяжении миллиардов лет? Астрономы, изучающие их, делают все новые открытия.

Так, несколько лет назад эти «огненные колеса», пылающие на просторах космоса, вновь произвели смятение в умах ученых. С помощью телескопа «Хаббл» и радиотелескопов астрономы заметили в одной из спиральных галактик джет – гигантский поток субатомарных частиц, вырывающийся из ее недр. Эта необычная спиральная галактика находится в галактическом скоплении Abell 428, почти в миллиарде световых лет от Земли. До этого джеты обнаруживали лишь при наблюдении за эллиптическими галактиками или же сталкивающимися «звездными островами». Подобные фонтаны вещества замечают, например, в окрестности сверхмассивных черных дыр. Очевидно, в центре этой галактики также располагается громадная черная дыра, предполагает астроном Алабамского университета Уильям Кил. Дальнейшие исследования позволят лучше понять структуру этой галактики. Возможно, астрономам удастся установить, является ли спиральная галактика с джетом исключением из правил или новой разновидностью спиральных галактик. Может

быть, одной тайной этих «звездных островов» станет меньше?

А, кстати, не меняется ли со временем облик спиральных галактик? Как известно, из «последовательности Хаббла» выбиваются иррегулярные галактики, которые имеют странную, неправильную форму. Ситуация с ними остается непонятной. В последнее время астрономы приходят к выводу, что большая часть спиральных галактик в молодости тоже выглядела весьма необычно. Поэтому справедлив вопрос: не является ли эта «иррегулярность» чем-то временным, преходящим?

Так, в конце 2000-х годов группа исследователей из Парижской обсерватории проанализировала формы 148 галактик, обнаруженных телескопом «Хаббл» на расстоянии 6 миллиардов световых лет от Земли, а также 116 галактик, ближайших к Млечному Пути. Как выяснилось, 6 миллиардов лет назад было значительно больше иррегулярных галактик, чем теперь. По-видимому, поглощая ближайшие к ним карликовые галактики или же сталкиваясь с другими, более крупными «звездными островами», иррегулярные галактики постепенно превращаются в спиральные. Раньше предполагалось, что в результате таких столкновений образуются главным образом, эллиптические галактики, но, похоже, это мнение ошибочно. Итогом космических коллизий может быть и появление таких гигантских звездных систем, как туманность Андромеды, имеющих форму спиральной галактики.

А что предвещает скорую гибель спиральной галактики? Может быть, появление перемычки? Такую гипотезу выдвинули в 2010 году британские астрономы на страницах журнала «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society». Судя по статистике, среди самых старых галактик, переливающихся красными тонами, то есть содержащих особенно много старых, красных звезд, встречается вдвое больше спиральных галактик с перемычкой, нежели среди молодых галактик, окрашенных в голубые цвета. По мнению британских астрономов, между появлением перемычки и постепенным прекращением процессов образования новых звезд есть несомненная связь. Перемычка, эта обширная «жировая прослойка» галактики, возникает, когда та теряет способность порождать новые звезды.

И все-таки, что здесь причина, что следствие? Приводит ли появление перемычки к постепенному угасанию галактики? Или это лишь побочный эффект, сопровождающий ее гибель? Во всяком случае, в нашей Галактике, хотя она и обзавелась уже перемычкой, имеются области, где рождаются все новые звезды. Неслучайно некоторые астрономы предполагают, что спиральные галактики с перемычкой, наоборот, со временем превращаются в

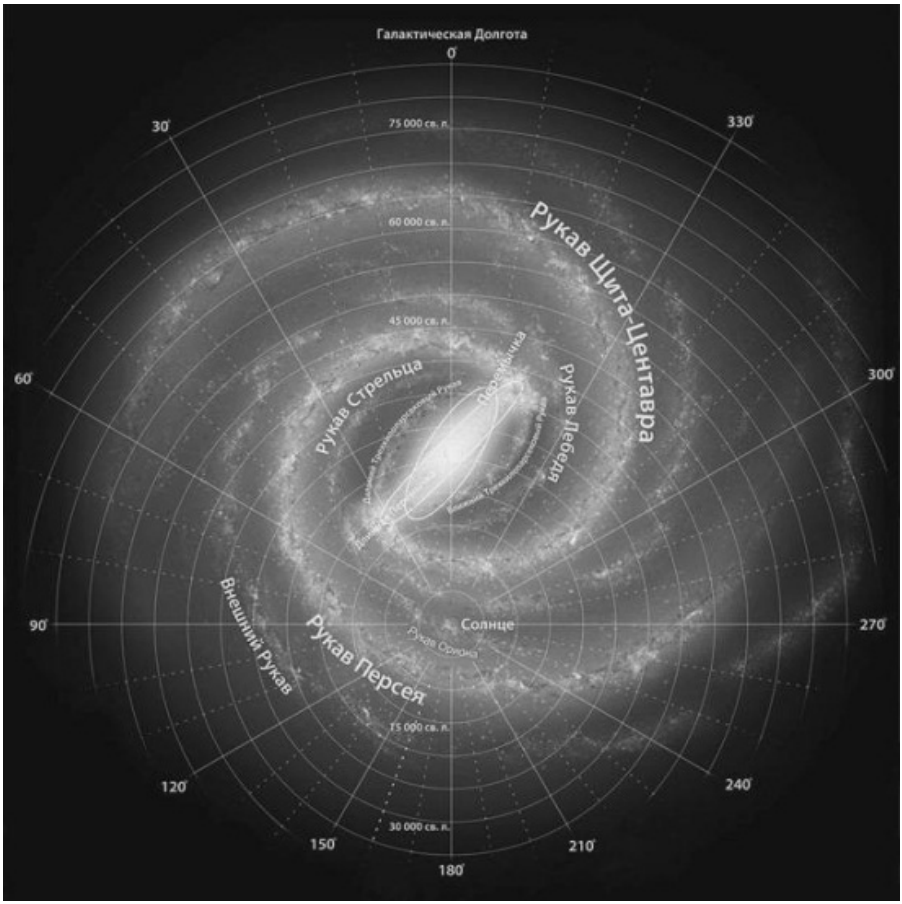
«нормальные» спиральные галактики. Кто прав, кто нет? Таинственный мир спиральных галактик нам еще предстоит понять.

Загадки Млечного пути

В какой-то степени мы знаем далекие звездные системы лучше, чем нашу родную Галактику – Млечный Путь. Исследовать его структуру труднее, чем строение любых других галактик, поскольку изучать ее приходится изнутри, и многое не так легко разглядеть. Межзвездные пылевые облака поглощают свет, излучаемый мириадами отдаленных звезд. Лишь с развитием радиоастрономии и появлением инфракрасных телескопов ученым удалось понять, как устроена наша Галактика. Однако многие детали остаются неясны и теперь. Даже число звезд в Млечном Пути оценивается очень приблизительно. Новейшие электронные справочные издания называют цифры от 100 до 300 миллиардов звезд.

Еще недавно считалось, что у нашей Галактики имеются четыре больших рукава. Однако в 2008 году астрономы из Висконсинского университета опубликовали результаты обработки около 800 тысяч инфракрасных снимков, сделанных космическим телескопом «Спитцер». Их анализ показал, что у Млечного Пути всего два рукава. Что же касается других рукавов, то они являются лишь узкими боковыми ответвлениями. Итак, Млечный Путь – это спиральная галактика с двумя рукавами. К слову, у большинства известных нам спиральных галактик также лишь два рукава.

«Благодаря телескопу “Спитцер” мы можем заново переосмыслить структуру Млечного Пути, – подчеркнул астроном Роберт Бенджамин из Висконсинского университета, выступая на конференции Американского астрономического общества. – Мы уточняем наше представление о Галактике точно так же, как столетия назад первооткрыватели, совершая путешествия по земному шару, уточняли и переосмысливали прежние представления о том, как выглядит Земля».



Млечный путь. Компьютерная модель

С начала 1990-х годов наблюдения, проводимые в инфракрасном диапазоне, все больше и больше меняют наши знания о структуре Млечного Пути, ведь инфракрасные телескопы позволяют заглянуть сквозь газопылевые облака и увидеть то, что недоступно обычным телескопам.

В 2004 году возраст нашей Галактики оценили в 13,6 миллиарда лет. Она возникла вскоре после Большого взрыва. Поначалу это был диффузный газовый пузырь, содержавший в основном водород и гелий. Со временем он превратился в громадную спиральную галактику, в которой мы сегодня живем.

Но как протекала эволюция нашей Галактики? Как она формировалась – медленно или, наоборот, очень быстро? Как она насыщалась тяжелыми элементами? Как менялись за миллиарды лет форма Млечного Пути и его химический состав? Подробные ответы на эти вопросы еще предстоит дать ученым.

Протяженность нашей Галактики составляет около 100 тысяч световых лет, а средняя толщина галактического диска – около 3000 световых лет (толщина выпуклой его части – балджа –

достигает 16 тысяч световых лет). Впрочем, в 2008 году австралийский астроном Брайан Генслер, проанализировав результаты наблюдений за пульсарами, предположил, что, возможно, галактический диск вдвое толще, чем принято считать.

Велика или мала наша Галактика по космическим меркам? Для сравнения: протяженность туманности Андромеды, ближайшей к нам крупной галактики, составляет примерно 150 тысяч световых лет.

В конце 2008 года исследователи установили методами радиоастрономии, что Млечный Путь вращается быстрее, чем предполагалось. Судя по этому показателю, его масса примерно в полтора раза выше, чем принято было считать. По различным оценкам, она варьируется от 1,0 до 1,9 триллиона солнечных масс. Опять же для сравнения: массу туманности Андромеды оценивают самое меньшее в 1,2 триллиона солнечных масс.

Итак, Млечный Путь не уступает по размерам туманности Андромеды. «Нам не стоит больше относиться к нашей Галактике как к младшей сестре туманности Андромеды», – отмечает астроном Марк Рейд из Смитсоновского центра астрофизики при Гарвардском университете. В то же время, поскольку масса нашей Галактике больше, чем предполагалось, сила ее притяжения также выше, а значит, возрастает и вероятность ее столкновения с другими галактиками, располагающимися поблизости от нас.

Наша Галактика окружена шаровидным гало, достигающим в поперечнике 165 тысяч световых лет. Астрономы иногда называют гало «галактической атмосферой». Оно содержит примерно полторы сотни шаровых скоплений, а также небольшое количество древних звезд. Все остальное пространство гало заполнено разреженным газом, а также темным веществом. Массу последнего оценивают примерно в триллион солнечных масс.

В спиральных рукавах Млечного Пути содержится громадное количество водорода. Именно здесь продолжаются зарождаться звезды. Со временем молодые звезды покидают рукава галактик и «переселяются» в галактический диск. Впрочем, самые массивные и яркие звезды живут очень недолго, поэтому не успевают удалиться от места своего рождения. Неслучайно рукава нашей Галактики так ярко светятся. Большая же часть Млечного Пути состоит из небольших, не очень массивных звезд.

Центральная часть Млечного Пути находится в созвездии Стрельца. Эта область окружена темными газопылевыми облаками, за которыми невозможно ничего увидеть. Лишь начиная с 1950-х годов, используя средства радиоастрономии, ученым удалось постепенно разглядеть то, что таится там. В этой части Галактики был обнаружен мощный радиоисточник,

получивший название Стрелец А*. Как показали наблюдения, здесь сосредоточена масса, превосходящая массу Солнца в несколько миллионов раз. Самым приемлемым объяснением этого факта может быть лишь одно: в центре нашей Галактики находится черная дыра. Сейчас она по какой-то причине устроила себе передышку и не проявляет особой активности. Приток вещества сюда очень скуден. Возможно, со временем у черной дыры пробудится аппетит. Тогда она вновь станет поглощать окружившую ее пелену газа и пыли, и Млечный Путь пополнит список активных галактик. Возможно, что перед этим в центре Галактики начнут бурно зарождаться звезды. Подобные процессы, может быть, регулярно повторяются.

В 2010 году американские астрономы с помощью Космического телескопа имени Ферми, предназначенного для наблюдения за источниками гамма-излучения, обнаружили в нашей Галактике две загадочные структуры – два громадных пузыря, которые испускают гамма-излучение. Диаметр каждого из них составляет в среднем 25 тысяч световых лет. Они разлетаются из центра Галактики в северном и южном направлениях. Возможно, речь идет о потоках частиц, которые испустила когда-то черная дыра, расположенная посредине Галактики. Другие исследователи полагают, что речь идет о газовых облаках, взорвавшихся при зарождении звезд.

Вокруг Млечного Пути располагается несколько карликовых галактик. Самые известные из них – Большое и Малое Магеллановы Облака, которые связаны с Млечным Путем своего рода водородным мостом, огромным шлейфом газа, что тянется за этими галактиками. Он получил название «Магелланова потока». Его протяженность составляет около 300 тысяч световых лет. Наша Галактика постоянно поглощает ближайшие к ней карликовые галактики, в частности, галактику Сагитариуса, расположенную на расстоянии 50 тысяч световых лет от галактического центра.

Остается добавить, что Млечный Путь и туманность Андромеды движутся навстречу друг другу. Предположительно через 3 миллиарда лет обе галактики сольются воедино, образовав более крупную эллиптическую галактику, которую уже назвали «Млечномедой». Об этой катастрофе нам еще предстоит поговорить подробнее.

Происхождение Млечного пути

Долгое время считалось, что Млечный Путь формировался постепенно. В 1962 году Олин Эгген, Дональд Линден-Белл и Аллан Сендедж предложили гипотезу, которая стала известна, как модель ELS (ее назвали по начальным буквам их фамилий). Согласно ей, на месте Млечного Пути когда-то медленно вращалось однородное облако газа. Оно напоминало шар и достигало в поперечнике примерно 300 тысяч световых лет, а состояло в основном из водорода и гелия. Под действием гравитации протогалактика сжалась и стала плоской; при этом ее вращение заметно ускорилось.

Почти два десятилетия эта модель устраивала ученых. Однако новые результаты наблюдений показали, что Млечный Путь не мог возникнуть так, как ему предписали теоретики.

Согласно этой модели, вначале образуется гало, а потом – галактический диск. Однако в диске тоже встречаются очень древние звезды, например, красный гигант Арктур, чей возраст более десяти миллиардов лет, или многочисленные белые карлики того же возраста.

И в галактическом диске, и в гало обнаружены шаровые скопления, которые моложе, чем допускает модель ELS. Очевидно, они поглощены нашей Галактикой позднее.

Многие звезды в гало вращаются в ином направлении, нежели Млечный Путь. Возможно, они тоже находились когда-то за пределами Галактики, но потом были втянуты в этот «звездный вихрь» – словно случайный пловец в водоворот.

В 1978 году Леонард Сирл и Роберт Цинн предложили свою модель становления Млечного Пути. Ее обозначили как «модель SZ». Теперь история Галактики заметно усложнилась. Еще недавно ее молодость, в представлении астрономов, описывалась столь же просто, как во мнении физиков – прямолинейное поступательное движение. Механика происходящего была отчетливо видна: имелось однородное облако; оно состояло лишь из равномерно разлившегося газа. Ничто своим присутствием не усложняло расчеты теоретиков.

Теперь вместо одного огромного облака в видениях ученых возникли сразу несколько небольших, причудливо разбросанных облаков. Среди них виднелись и звезды; правда, они располагались лишь в гало. Внутри гало все бурлило: облака сталкивались; газовые массы перемешивались и уплотнялись. Со временем из этой смеси образовался галактический диск. В нем стали возникать новые звезды. Однако и эту модель впоследствии

раскритиковали.

Невозможно было понять, что связывало гало и галактический диск. Этот сгущавшийся диск и реденькая звездная оболочка вокруг него имели мало общего. Уже после того, как Сирл и Цинн составили свою модель, выяснилось, что гало вращается слишком медленно, чтобы из него образовался галактический диск. Судя по распределению химических элементов, последний возник из протогалактического газа. Наконец, момент количества движения диска оказался в десять раз выше, чем гало.

Становление нашей Галактики включало множество различных процессов

Весь секрет в том, что обе модели содержат зерно истины. Вся беда в том, что они слишком просты и односторонни. Обе они кажутся теперь фрагментами одного и того же рецепта, по которому был сотворен Млечный Путь. Эгген и его коллеги прочитали несколько одних строк из этого рецепта, Сирл и Цинн – несколько других. Поэтому, пытаясь заново представить историю нашей Галактики, мы то и дело замечаем знакомые, уже читанные однажды строки.

Итак, все началось вскоре после Большого взрыва. «Сегодня принято полагать, что флуктуации плотности темного вещества породили первые структуры – так называемые темные гало. Благодаря силе гравитации эти структуры не распадались», – отмечает немецкий астроном Андреас Буркерт, автор новой модели рождения Галактики.

Темные гало стали зародышами – ядрами – будущих галактик. Вокруг них под действием гравитации скапливался газ. Происходил однородный коллапс, как описывает его модель ELS. Уже через 500—1000 миллионов лет после Большого взрыва газовые скопления, окружавшие темные гало, стали «инкубаторами» звезд. Здесь возникли небольшие протогалактики. В плотных облаках газа появились первые шаровые скопления, ведь звезды здесь рождались в сотни раз

чаще, чем где-либо еще. Протогалактики сталкивались и сливались друг с другом – так образовались крупные галактики, в том числе наш Млечный Путь. Сегодня он окружен темным веществом и гало, состоящим из одиночных звезд и их шаровых скоплений, этими руинами мироздания, чей возраст превышает 12 миллиардов лет.

В протогалактиках было много очень массивных звезд. Не прошло и нескольких десятков миллионов лет, как большинство из них взорвалось. Эти взрывы обогатили облака газа тяжелыми химическими элементами. Поэтому в галактическом диске рождались не такие звезды, как в гало, – они содержали в сотни раз больше металлов. Кроме того, эти взрывы породили мощные галактические вихри, которые разогревали газ и выметали его за пределы протогалактик. Произошло разделение газовых масс и темного вещества. Это была важнейшая стадия формирования галактик, не учтенная прежде ни в одной модели.

Тем временем темные гало все чаще сталкивались друг с другом. При этом протогалактики вытягивались или распадались. Об этих катастрофах напоминают цепочки звезд, сохранившиеся в гало Млечного Пути со времен «юности». Изучая их расположение, можно оценить события, происходившие в ту эпоху. Постепенно из этих звезд образовалась обширная сфера – видимое нами гало. По мере остывания внутрь него проникали газовые облака. Их момент количества движения сохранялся, поэтому они не сжались в одну-единственную точку, а образовали вращающийся диск. Все это произошло более 12 миллиардов лет назад. Теперь газ сжимался так, как было описано в модели ELS.

В это время образуется и «балдж» Млечного Пути – его срединная часть, напоминающая эллипсоид. Балдж состоит из очень старых звезд. Очевидно, он возник при слиянии самых крупных протогалактик, дольше всего удерживавших газовые облака. Посреди него оказались нейтронные звезды и крохотные черные дыры – реликты взорвавшихся сверхновых звезд. Они сливались друг с другом, попутно поглощая потоки газа. Возможно, так зародилась огромная черная дыра, пребывающая ныне в центре нашей Галактики.

История Млечного Пути гораздо хаотичнее, чем считалось прежде. Наша родная Галактика, внушительная даже по космическим меркам, образовалась после череды ударов и слияний – после серии космических катастроф. Следы тех давних событий можно обнаружить и сегодня.

Так, например, не все звезды Млечного Пути обращаются вокруг галактического центра. Очевидно, за миллиарды лет своего существования наша Галактика «поглотила» немало

попутчиков. Возраст каждой десятой звезды в галактическом гало – менее 10 миллиардов лет. К тому времени Млечный Путь уже сформировался. Возможно, это – остатки захваченных когда-то карликовых галактик. Группа английских ученых из Астрономического института (Кембридж) во главе с Джерардом Гилмором подсчитала, что Млечный Путь, очевидно, поглотил от 40 до 60 карликовых галактик типа Карина.

Кроме того, Млечный Путь притягивает к себе огромные массы газа. Так, в 1958 году нидерландские астрономы заметили в гало множество небольших пятен. На поверку они оказались газовыми облаками, которые состояли в основном из атомов водорода и мчались в сторону галактического диска.

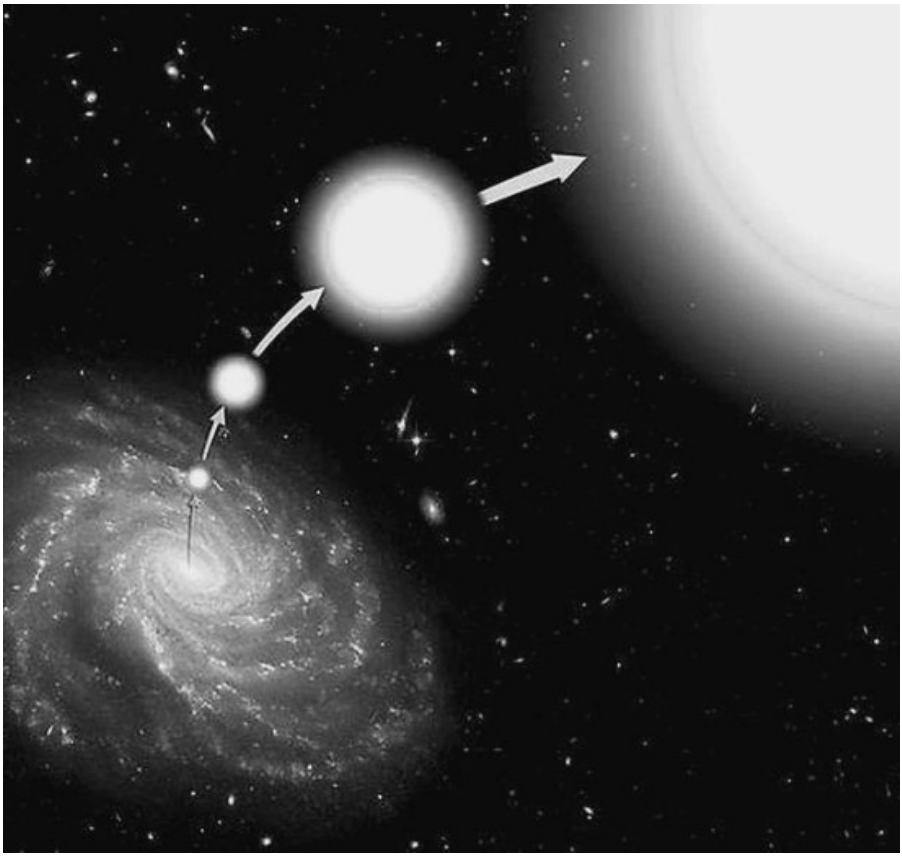
Наша Галактика не умерит свой аппетит и впредь. Очевидно, она поглотит ближайшие к нам карликовые галактики – Форнакс, Карину и, может быть, Секстанс, а затем сольется с туманностью Андромеды. Вокруг Млечного Пути – этого ненасытного «звездного каннибала» – станет еще пустыннее.

Почему звезды убегают из нашей Галактики?

Наша Галактика объединяет миллиарды звезд. Кажется, что все они, подобно Солнцу, движутся по раз и навсегда заведенным путям. Однако этот порядок обманчив. Среди обитателей Галактики, которые и впрямь не сворачивают со своих предначертанных орбит, есть странные создания, стремящиеся нарушить любые законы. Словно не довольствуясь своим положением в Галактике, они норовят покинуть ее. Какая-то таинственная сила в далеком прошлом погнала их, и, похоже, ничто не может их удержать. С неуклонным упорством они пытаются выскользнуть из Млечного Пути, скатиться далеко на его обочину.

Астрономы долго спорили о том, могут ли звезды покидать свое родное семейство и, подобно мореплавателям, пустившимся в путь через океан, дрейфовать по межгалактическим просторам в направлении какой-нибудь соседней галактики. Эти дискуссии продолжались до 2005 года, когда наконец удалось обнаружить первого космического «мигранта». Это была звезда в созвездии Гидры. С невиданной прежде скоростью она пересекала отдаленную область Млечного Пути, расположенную на расстоянии 200 тысяч световых лет от нашей планеты. Американский астроном Уоррен Браун, открывший эту беглянку, назвал ее «отверженной».

Но легко ли отринуть от себя власть этого сверкающего сонма звезд и устремиться навстречу тьме? Пули, вылетая из ствола автомата Калашникова, мчатся со скоростью около километра в секунду. На просторах космоса они напоминали бы улиток, вяло переползающих с одной половины листа на другую. Чтобы преодолеть силу земного тяготения, космические ракеты вынуждены разгоняться до 11,2 километра в секунду. Межпланетные зонды, если им доведется достигнуть границ Солнечной системы, вынуждены двигаться со скоростью более 40 километров в секунду, чтобы покинуть ее. С какой же скоростью должны мчаться звезды, чтобы преодолеть силу притяжения громадной галактики? Пожалуй, что в десятки раз быстрее, чем объекты, порывающие со своей планетной системой.



Среди обитателей галактик есть странные создания, стремящиеся нарушить любые законы

Когда Браун и его коллеги измерили скорость движения «отверженной» звезды, полученный результат не мог не удивить астрономов: не менее 709 километров в секунду, или 2,5 миллиона километров в час. Исследователи убеждены, что, разогнавшись до такой скорости, она рано или поздно покинет наш Млечный Путь. Астрономы уже дали название новому классу звезд – звезд-парий, не находящих себе место в родной галактике. Их окрестили «гипербыстрыми звездами».

Что же побудило их двигаться в этом головокружительном темпе? Еще в 1988 году астрофизик Джек Хиллс из Лос-Аламосской лаборатории показал, что, с теоретической точки зрения, подобные темпы передвижения звезд вполне возможны. В своей компьютерной модели он исследовал процессы, протекающие в центральной части Млечного Пути. Как мы знаем теперь, там располагается громадная черная дыра. Если к этому гравитационному монстру приблизится двойная звезда, то под действием силы его притяжения она будет разорвана на две части. Одна звезда соскользнет, как в пучину, в недра черной

дыры, в то время как другая будет выброшена, словно из катапульты, в космическую даль. Расчеты показали, что отскочившая от черной дыры как от стены звезда может разогнаться до скорости 4000 километров в секунду.

Похоже, отверженная звезда SDSS J090745 + 0024507, обнаруженная Брауном, подтверждает эту гипотезу. С огромной скоростью, наперерез всем другим орбитам, она спешит умчаться прочь от черной дыры – этого космического «хищника», поглотившего ее напарницу. Но насколько часто в космосе случаются подобные события? Имеем ли мы дело с отдельными париями или с целой кастой (точнее, классом) звезд, «уносящих ноги» от чудовища, едва не подстерегшего их?

Вот уже несколько лет астрономы ведут поиски гипербыстрых звезд. Эти «безродные эмигранты» редки, как едва ли какой другой небесный объект. По первоначальным оценкам Уоррена Брауна, на 100 миллиардов звезд нашей Галактики приходится лишь тысяча гипербыстрых звезд. Одна из них – голубой гигант HE 0437–5439. Сейчас эта звезда находится уже на окраине Млечного Пути, на расстоянии «всего» 65 тысяч световых лет от Большого Магелланова Облака. Ее скорость также составляет около 2,5 миллиона километров в час. По оценке Брауна, она движется примерно вдвое быстрее, чем нужно, чтобы преодолеть силу притяжения нашей Галактики.

Это открытие, впрочем, сразу озадачило ученых. Расчеты показывают, что этой звезде потребовалось бы примерно 100 миллионов лет, чтобы добраться из галактического центра, где она когда-то пребывала, туда, где находится сейчас. Однако столь массивные звезды обычно выгорают уже через 20 миллионов лет.

Как предположили астрономы, первоначально эта звезда была частью тройной звездной системы, которая приблизилась к черной дыре, притаившейся в центре Млечного Пути, и здесь, под действием силы ее притяжения, распалась. Одна из звезд была поглощена черной дырой, а две другие выброшены далеко на периферию Галактики. Впрочем, они не разлетелись в разные стороны. С этого времени их судьбы оказались еще более тесно связаны, чем прежде. Во время этой коллизии одна из звезд поглотила другую и превратилась в голубого гиганта.

Коллеги Брауна все же не берутся уверенно утверждать, что этой звезде удастся покинуть Млечный Путь. Так же обстоит дело и с некоторыми другими «кандидатами на вылет». Астрономы не всегда могут точно оценить положение той или иной отдаленной звезды. А ведь от этого зависит расстояние, которое требуется ей преодолеть, противясь силе притяжения Галактики. Скорость большинства звезд Млечного Пути тоже неизвестна. Обычно

астрономы вычисляют лишь так называемую радиальную скорость движения, то есть ту составляющую скорости, которая характеризует, как быстро эта звезда перемещается вдоль направления, в котором мы ее видим. Наконец, нам неизвестно значение важнейшей величины, которая и определяет судьбы всех звезд. Мы не представляем себе точной массы Млечного Пути. А ведь чем она больше, тем быстрее должны двигаться звезды, чтобы «порвать со своим прошлым» и покинуть Галактику.

Как мы теперь знаем, большую часть массы Млечного Пути составляет масса темного вещества. Определить ее можно лишь по косвенным признакам. Как отмечал в 2010 году на страницах «Astrophysical Journal» немецкий астрофизик Норберт Пшибилла, «астрономы продолжают оживленно обсуждать количество темного вещества, которое содержит Млечный Путь». Вполне возможно, что масса Млечного Пути попросту недооценивается. Так, по расчетам Пшибиллы, опубликованным в том же журнале, Млечный Путь весит не менее 1,8 триллиона солнечных масс – почти вдвое больше, чем считают многие исследователи.

Что может значить эта поправка для всех небесных тел, которые намерены «эмигрировать» из нашей Галактики? Пока, по данным на апрель 2011 года, астрономы выявили 17 гипербыстрых звезд, готовых решительно порвать со своей родиной. Удастся ли им их побег? Это зависит от точного значения массы Млечного Пути. Возможно, некоторым из этих звезд, несмотря на все их старания, так и не достанет сил вырваться на «окологалактическую» орбиту.

В свою очередь, наблюдения за центральной частью Галактики позволят ученым понять, справедлив ли сценарий, объясняющий, почему некоторые звезды движутся так быстро. Действительно ли черная дыра, расположенная там, разбрасывает звезды во все стороны от Галактики, как предполагают астрономы?

Шаровые звездные скопления, «космические мафусаилы»

Долгое время астрономы пытались понять природу загадочных округлых пятен, впервые замеченных на ночном небосводе в 1665 году. Лишь более ста лет спустя, в 1782 году, Уильям Гершель пришел к выводу, что это – сферические скопления звезд. Он же дал им название Globular Cluster, «шаровые скопления».

В XX веке число шаровых скоплений, обнаруженных в гало Млечного Пути, стало стремительно расти. Сейчас их известно более полутора сотен. Еще от 10 до 50 подобных скоплений, как полагают астрономы, скрывается пока за пеленой газа и пыли. Кроме того, обнаружены тысячи шаровых скоплений, расположенных в других галактиках. Самое дальнее находится в галактике NGC 3311, на расстоянии свыше 150 миллионов световых лет от Земли.

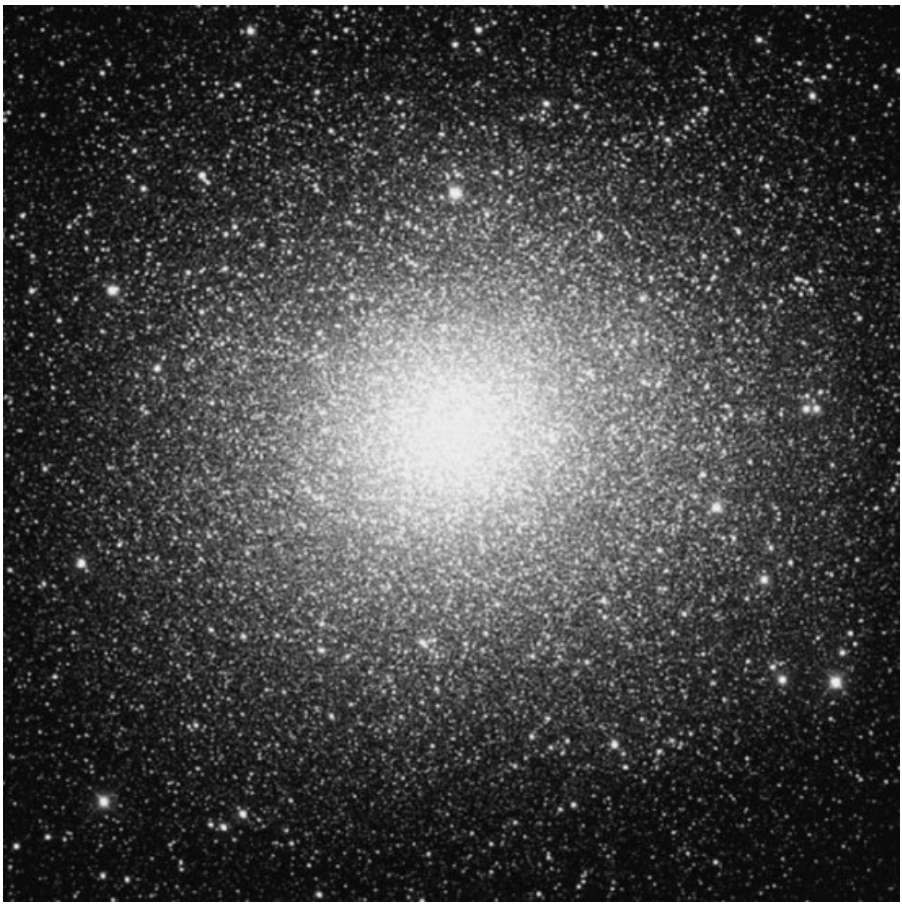
Даже при наблюдении в небольшой телескоп шаровые скопления кажутся лишь слегка размытыми пятнами. Только в мощный телескоп их можно увидеть во всем великолепии. Подобные объекты насчитывают от 100 тысяч до миллиона звезд, образующих сферу, которая достигает в поперечнике всего нескольких десятков световых лет.

Шаровые скопления часто именуют «космическими мафусаилами». Это – старейшие объекты нашей Галактики, они образовались одновременно с ней и могут немало поведать о ее далеком прошлом. У них своя бурная история, тайны которой астрономы только начинают разгадывать.

До конца 1970-х годов ученые полагали, что эти скопления очень однообразны и что звезды распределены в них равномерно. Их считали статичными и стабильными объектами. Однако в последние два десятилетия наши представления о них решительно изменились. Наблюдения показали, что внутри шаровых скоплений протекают очень динамичные процессы. Звезды здесь нередко сталкиваются, а то и буквально «пожирают» друг друга. Ведь даже на периферии шарового скопления плотность их расположения в десятки раз выше, чем в окрестностях Солнечной системы; в центральной же части – в миллионы раз выше. Если бы там оказалась Земля, то на ее ночном небосводе пылало бы 10 тысяч таких же ярких звезд, как Сириус, причем часть их была бы видна даже в дневные часы. Все эти звезды находились бы ближе к нашей планете, нежели

Проксима Центавра, ближайшая к Солнцу звезда (расстояние между ней и Солнцем составляет 4,3 световых года).

Обращаясь вокруг галактического центра, шаровые скопления испытывают приливные воздействия со стороны галактики – подобно тому, как их испытывает Луна, кружащая возле Земли. Жертвами этого становятся, прежде всего, звезды, расположенные на периферии скопления. Они покидают его.



Шаровое звездное скопление Omega Centauri

Так, наблюдая с помощью Очень большого телескопа, сооруженного на севере Чили, за шаровым скоплением M 12, которое находится на расстоянии 16 тысяч световых лет от Солнечной системы, астрономы убедились, что там гораздо меньше легких звезд, чем ожидалось. По-видимому, почти все пребывавшие на периферии небольшие звезды, чья масса составляла не более трети массы Солнца, покинули свою звездную систему и вошли в состав Млечного Пути. С похожим явлением исследователи столкнулись, наблюдая за шаровыми скоплениями NGC 6218 и NGC 2298 возрастом около 12

миллиардов лет. Впрочем, по оценке астрономов, пройдет еще 30 миллиардов лет, прежде чем эти объекты окончательно исчезнут.

Дело, кстати, не ограничивается похищением отдельных звезд. Под действием приливных сил шаровые скопления могут просто разорваться, как явствует из расчетов, проделанных еще в 1960-е годы. Наблюдения последних лет подтвердили эту гипотезу. Остатки подобных скоплений астрономы не раз обнаруживали в Млечном Пути. Всего же, по их оценке, в одной только нашей Галактике распалось от 350 до тысячи с лишним шаровых скоплений, когда-то входивших в ее состав.

Может статься, что многие шаровые скопления являются… «ненастоящими». Это – остатки карликовых галактик, поглощенных более крупными звездными системами. Во время подобных катастроф эти галактики лишались всех своих звезд, находившихся на периферии, а из их центральных областей формировались шаровые звездные скопления. В пользу этой гипотезы говорит то, что некоторые скопления очень неоднородны. Их звезды – в отличие от звезд, составляющих подлинные шаровые скопления, – заметно разнятся и по своему возрасту, и по химическому составу.

Один из самых известных тому примеров – шаровое скопление Omega Centauri, наиболее яркое и массивное скопление Млечного Пути, расположенное в созвездии Центавра (Кентавра). Оно состоит из двух популяций звезд, чего в обычных шаровых скоплениях не наблюдается. Примерно четверть звезд здесь окрашены в голубые тона, остальные – в красные. Вопреки ожиданиям ученых, эти голубые звезды содержат больше тяжелых элементов, чем красные. Это тоже неожиданность, ведь обычно звезды, обогащенные тяжелыми элементами, окрашены именно в красные цвета.

Астроном Джанпаоло Пиотто из Падуанского университета, объясняя эти странные наблюдения, предположил, что голубые звезды в этом шаровом скоплении, образовавшемся всего через один-два миллиарда лет после Большого взрыва, содержат в полтора раза больше гелия, чем красные. Расчеты показали, что в таком случае они должны состоять на 39 % из гелия. Поразительная концентрация – особенно если вспомнить, что сразу после Большого взрыва наша Вселенная содержала лишь 24 % гелия. К слову, в Млечном Пути за 8 с лишним миллиардов лет, прошедших от начала формирования этой галактики до появления Солнца, количество гелия, содержащегося в недрах звезд, тоже возросло, но не так значительно: с 24 до 28 %.

Сейчас Млечный Путь продолжает пополняться новыми шаровыми скоплениями, ведь он поглощает карликовую

галактику Сагитариус, расположенную в созвездии Стрельца. Четыре шаровых скопления, принадлежавших Сагитариусу, уже перешли в состав нашей Галактики.

Очевидно, вследствие космического «каннибализма» появился и особый тип шаровых скоплений – громадные звездные системы, протянувшиеся на несколько сотен световых лет. Их плотность в 100 раз меньше, чем плотность обычных шаровых скоплений. Подобные объекты обнаружили в 2005 году в туманности Андромеды. Они располагаются в сферическом гало, окружающем соседнюю галактику, на расстоянии около 200 тысяч световых лет от ее центра. В принципе, они занимают промежуточное положение между шаровым скоплением и карликовой шаровидной галактикой. Ученые пока не могут объяснить, как образовались эти объекты. Непонятно также, почему подобных нет в составе нашей Галактики. И, спрашивается, можно ли найти такие скопления в других галактиках?

…Астрономы привыкли считать шаровые скопления очень скучными объектами. Более всего они напоминали им гвардейские части, выстроенные на парад: вот они, «солдаты Вселенной», все, как на подбор, одного возраста и роста, все в одинаковых мундирах, все оцепенело застыли. Кажется, сколько ни всматривайся в них, ничего необычного не увидишь. Вот и в шаровых скоплениях, как на строевом плацу, ничего неожиданного, казалось бы, не обнаружить. Несколько сотен тысяч звезд одного возраста, одного химического состава, кружат, как заведенные, по небосводу, и вот уже миллиарды лет этот космический механизм не дает никаких сбоев. Все повторяется, повторяется. Однако наблюдения последних лет показывают, что эти расхожие представления ошибочны. Стандартную теорию возникновения шаровых скоплений, похоже, придется пересмотреть.

Происхождение шаровых скоплений

Шаровые скопления долгое время считались реликтами, оставшимися от ранней эпохи Вселенной. Сценарий их появления был следующим. Когда под действием собственной силы тяжести гигантские облака первородного газа, заполнявшие космос, сжимались, то из отдельных уплотнений, образовавшихся вокруг будущих галактик, стали возникать шаровые звездные скопления. Их траектории еще и сегодня очерчивают контуры тех облаков газа.

Однако этот сценарий, как понятно теперь, верен отнюдь не полностью. И даже не наполовину. Компьютерные модели и результаты наблюдений, проводимых с помощью новейших телескопов, заставляют по-новому взглянуть на происхождение шаровых скоплений и их природу. Процессы, протекавшие во Вселенной в далеком прошлом, оказались значительно сложнее строгой схемы.

Еще недавно принято было считать, что все шаровые скопления, как счастливые семьи, похожи друг на друга. Теперь становится ясно, что эти объекты очень неоднородны. Они могут возникать по-разному. В одних случаях формируются сразу, целиком, в других – за счет слияния отдельных небольших звездных систем. Они заметно разнятся по своей массе, химическому составу, плотности и даже возрасту. Шаровые скопления нельзя называть лишь «наследием далекого прошлого Вселенной». Похоже, они образуются в галактиках по сей день.

Еще в 1975 году канадский астроном Сидней ван ден Берг обнаружил в Большом Магеллановом Облаке пару шаровых скоплений, которые заметно моложе, чем другие скопления в этой соседней галактике. Их возраст – около 3 миллиардов лет.

В 1990-е годы у астрономов сложилась уверенность в том, что есть два класса шаровых скоплений. Одни из них окрашены в голубой цвет, другие – в красный. Их окраска указывает на то, что они образовались в разное время и что механизм формирования их разнится.

По всей видимости, голубые шаровые скопления возникли очень давно, вскоре после Большого взрыва. Возраст древнейших звезд в них – от 12 до 13 миллиардов лет. Они формировались в локальных уплотнениях первородного газа, почти равномерно растекавшегося по Вселенной.

Уже в ту далекую эпоху она была заполнена не только газом, но и загадочным темным веществом, которое состоит из не известных науке элементарных частиц. По оценке космолога

Джеймса Пиблса из Принстонского университета, вскоре после Большого взрыва в нашей Галактике образовались облака, содержавшие до 100 миллионов солнечных масс темного вещества и нескольких миллионов солнечных масс водорода и гелия. Но, к удивлению астрономов, в то время как в гало различных галактик, в том числе и карликовых галактик, содержится большое количество темного вещества, в шаровых скоплениях его по неизвестной причине не обнаруживают.

Вообще говоря, процессы образования первых галактик и их эволюция кажутся теперь гораздо более сложными, нежели пару десятилетий назад. Зарождение галактик, их столкновения и слияния сыграли важную роль и в формировании шаровых скоплений.

Еще в 1980-е годы американский астроном Франсуа Швейцер предположил, что вихревые процессы, возникавшие при столкновении первых галактик, сопровождались уплотнением газовых облаков, и это приводило к появлению шаровых скоплений. При столкновении спиральных галактик, уже содержавших шаровые скопления, возникала новая их генерация. Этот «галактический каннибализм» способствовал рождению молодых скоплений, окрашенных в красные цвета.

Того же мнения придерживается и Кит Ашман из университета Миссури: «При зарождении спиральных галактик образуются шаровые скопления. А когда эти галактики сталкиваются, возникают новые шаровые скопления». Кит Ашман и его коллега Стивен Зепф из Мичиганского университета выдвинули подобную гипотезу и предсказали, что существуют две генерации шаровых скоплений, еще в 1992 году – до того, как астрономам удалось обнаружить эти молодые скопления.

Теперь они известны, например, в галактиках NGC 1275 и NGC 7252 и, прежде всего, в так называемых «галактиках Антенны» NGC 4038 и NGC 4039. Последние находятся в созвездии Ворона, на расстоянии 63 миллионов световых лет от Земли. Это две самые близкие к нам столкнувшиеся галактики. Свое название они получили из-за двух вытянутых полос газа и звезд – так видоизменились их спирали под действием силы притяжения соседней галактики. Подобные полосы напоминают усики («антенны») насекомых. Результатом слияния «звездных островов» является эллиптическая галактика.

Галактики Антенны – NGC 4038 и NGC 4039

Наблюдая за этой космической катастрофой, Швейцер и его коллеги обнаружили несколько сотен молодых массивных звездных скоплений, которые можно назвать «протошаровыми скоплениями». Они насчитывают до миллиона звезд и образовались всего несколько десятков миллионов лет назад. Разумеется, лишь часть этих скоплений уцелеет; остальные со временем распадутся, а звезды, составлявшие их, рассеются на просторах галактики.

Тем более, пока не подтверждено, что из подобных скоплений звезд могут вырасти настоящие шаровые скопления, а потому все сказанное остается лишь гипотезой. Кроме того, галактики редко сталкиваются, и если даже при их коллизии образуется сотни шаровых скоплений, то почему, например, эллиптическая галактика М 87 содержит свыше 10 тысяч шаровых скоплений? Она, что, образовалась в результате последовательного (или одновременного?) столкновения десятков галактик? Или, может быть, при столкновениях галактик в ту пору, когда наша

Вселенная была молодой, возникало гораздо больше шаровых скоплений? «Я полагаю, – пишет канадский астроном Уильям Харрис, рассуждая о галактике М 87, – что большинство этих красных скоплений образовалось за счет слияния газовых облаков на ранней стадии существования Вселенной. Наверняка играли важную роль и какие-то другие физические процессы – вопрос только в том, какие».

Различные модели формирования шаровых скоплений требуют скрупулезной проверки. Модели же эти, резюмируем сказанное, таковы:

а) Двухступенчатый коллапс. Голубые шаровые скопления образуются при коллапсе протогалактических облаков, которые почти не содержат тяжелых элементов. Через несколько миллиардов лет после этого наступает вторая фаза коллапса, которая приводит к формированию красных шаровых скоплений. Звезды, их составляющие, содержат значительно больше тяжелых элементов, которые образовывались после взрывов первых звезд. Однако эта теоретическая модель окончательно не разработана.

б) «Иерархическое образование». Красные шаровые скопления вырастают из газовых облаков, которые сливаются друг с другом, что приводит к возникновению новых галактик и новых шаровых скоплений. Но эта модель с трудом поддается проверке.

в) При столкновении и слиянии спиральных галактик образуются громадные эллиптические галактики. Эта катастрофа приводит к появлению новых – сравнительно молодых – шаровых скоплений. Недостаток этой гипотезы в том, что при столкновении галактик зарождается слишком мало шаровых скоплений.

г) Эллиптические галактики поглощают расположенные поблизости от них карликовые галактики и при этом «присваивают» себе их шаровые скопления. Однако, если эта гипотеза верна, то эллиптические галактики должны поглотить очень много карликовых галактик, чтобы обзавестись тем количеством шаровых скоплений, которым они обладают.

В принципе, различные сценарии формирования шаровых скоплений отнюдь не противоречат друг другу. Так как все-таки рождаются эти скопления?

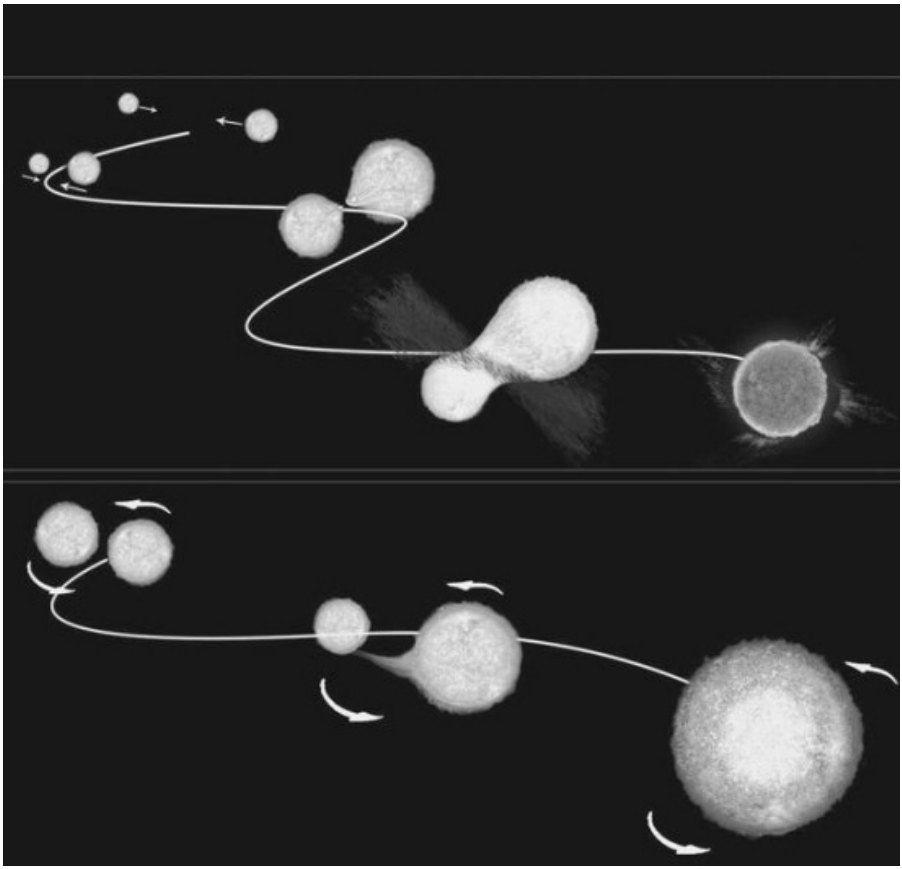
Те, кто приходят позже: «космические вампиры»

В шаровых скоплениях порой рождаются необычные звезды. Их называют Blue Stragglers, «голубыми страгглерами», или «голубыми отставшими звездами», поскольку они не вписываются в традиционную схему зарождения и эволюции звезд. Они являются, как шутят астрономы, звездными «каннибалами» или «вампирами».

Как известно, возраст всех звезд, составляющих шаровое скопление, одинаков. Но иногда здесь встречаются также очень массивные и горячие звезды, которые заметно моложе других. Их начали обнаруживать еще в 1950-е годы, но их происхождение долгое время таило загадку. «Такое ощущение, словно среди обитателей дома престарелых встречаешь нескольких заигравшихся детей. Так и хочется спросить, откуда они здесь взялись», – признавался астроном Франческо Феррaро из Болонского университета.

Вплоть до середины 2000-х годов об этих звездах было достоверно известно одно. Они не так молоды, как кажутся – просто каким-то образом умеют омолаживаться. К этому времени у астрономов имелись две гипотезы, объяснявшие их происхождение.

По одной версии, они возникали при слиянии двух звезд. Эта пара сближалась до тех пор, пока не начинала вращаться вокруг общего для них центра тяжести. Двигаясь по спирали, обе звезды устремлялись навстречу друг другу и, наконец, сливались в пламени космической вспышки. Впрочем, проходили тысячелетия, прежде чем в недрах этого конгломерата разгоралась термоядерная реакция. Вспыхивала новая звезда.



Процесс формирования «голубых вампиров»

По другой версии, «голубые страгглеры» появлялись на месте двойных звезд. Одна из звезд, составлявших пару, постепенно поглощала свою соседку. Чем больше она насыщалась ее «соками», тем ярче светилась, тем больше наливалась голубой краской, словно посиневший вампир. Теперь она, яркая, горячая, внешне почти не отличалась от молодой звезды.

Чтобы выяснить, какая из гипотез верна, канадский астроном Алисон Силлс и его коллеги исследовали 56 шаровых скоплений. Они выяснили, что количество «голубых отставших звезд» никак не связано с предполагаемым числом звездных коллизий. Зато эта величина прямо пропорциональна массе скопления. Это – наиболее убедительный аргумент в пользу того, что они возникли за счет «вампиризма» – перетекания вещества от одной звезды к другой.

Дело в том, что наиболее массивные ядра шаровых скоплений содержат особенно много двойных звезд, а в этих парах такое явление, как «звездный вампиризм», наблюдается чаше всего. Допустим, если двойную систему составляют звезды, очень сильно разнящиеся по своей массе, то их развитие протекает

совершенно по-разному. В недрах более крупной звезды запасы водорода иссякают гораздо быстрее, и она превращается в красного гиганта. Когда она стремительно расширяется, то ее оболочка начинает перетекать к звезде, расположенной рядом. Со временем звезды в этой паре меняются ролями. От гиганта остается лишь небольшое ядро, которое обращается теперь вокруг второй, очень разросшейся звезды. Фактически возникает новая пара, состоящая из белого карлика и «голубой отставшей звезды».

Однако результаты исследования, проведенного Феррaро, свидетельствуют, что некоторые «голубые страгглеры» все же образуются иным путем – при лобовом столкновении двух звезд. Разумеется, эти «дорожные аварии» очень редки – даже в центре шарового скопления, где мельтешит множество звезд. Порой дело вовсе не доходит до столкновений. Звезды лишь сближаются друг с другом настолько, что оболочка одной звезды начнет перетекать к другой. В любом случае, после подобной коллизии запасы топлива, содержавшегося в недрах обеих звезд, перемешиваются, и термоядерная реакция вспыхивает с новой силой.

«Проделанные нами наблюдения показали, что голубые страгглеры, возникшие в результате подобных коллизий, по своим характеристикам несколько отличаются от “звезд-вампиров”, – поясняет астроном Европейского космического агентства Джакомо Беккари, – причем в одном и том же скоплении можно найти звезды, образовавшиеся и тем и другим способами».

Роберт Матье и Аарон Геллер из Висконсинского университета вели наблюдение за «голубыми отставшими звездами» в шаровом скоплении NGC 188, расположенном в нашей Галактике. Это одно из древнейших открытых звездных скоплений в Млечном Пути; оно насчитывает около 5000 звезд. Исследователи установили, что примерно 76 % страгглеров, обнаруженных здесь, являлись частью двойных звездных систем.

Особенно много интересных результатов принесло изучение шарового скопления 47 Тукана, находящегося на расстоянии 16 тысяч световых лет от Земли. Его масса составляет примерно миллион солнечных масс, а в поперечнике оно достигает 120 световых лет. Это не только одно из самых близких и массивных, но и одно из самых плотных шаровых скоплений, которые мы можем наблюдать на небе Южного полушария.

Если бы Земля пребывала в самом центре этого скопления, то ее окружали бы тысячи звезд, расположенных ближе, чем Проксима Центавра. Впрочем, шаровые скопления – не самое подходящее место для планет. Орбиты здешних планет очень нестабильны, поскольку соседние звезды постоянно вносят

возмущения в их размеренный ход. По оценке астрономов, в таком скоплении, как 47 Тукана, планета, подобная Земле, то есть обращающаяся вокруг своей звезды на расстоянии одной астрономической единицы, могла бы продержаться лишь около 100 миллионов лет.

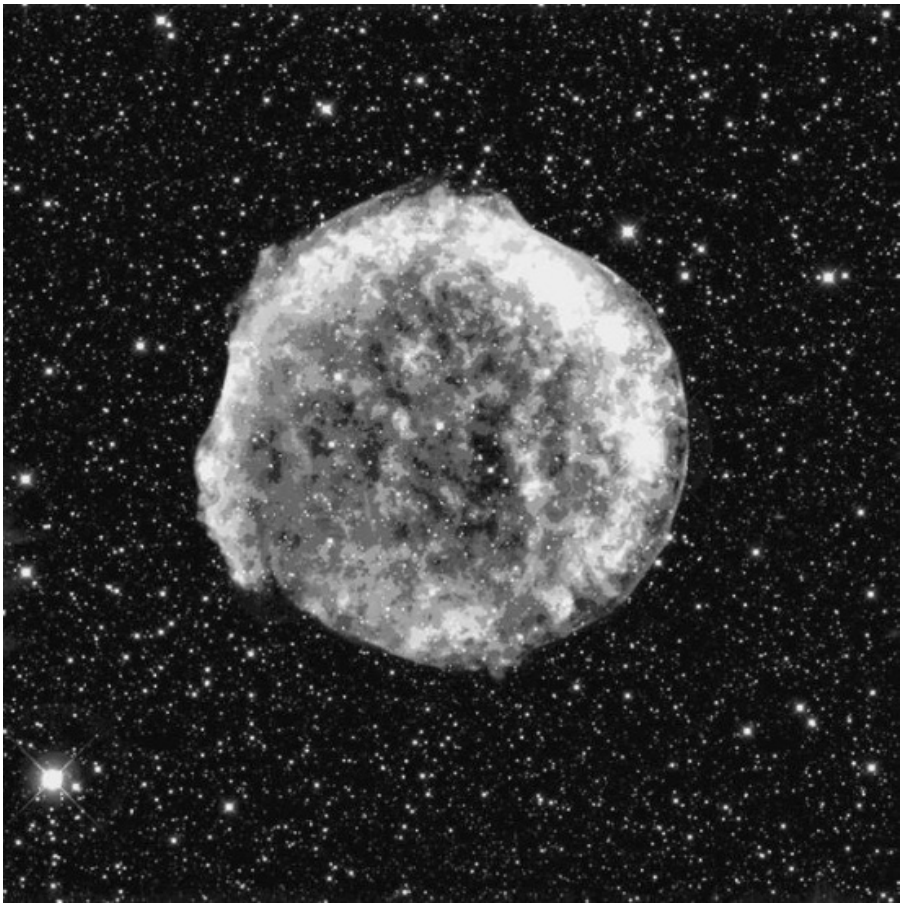
Понятно, что в такой «тесноте» неизбежны столкновения звезд. Даже если в центре шарового скопления звезды сталкиваются друг с другом раз в пару миллионов лет, то все равно за десять с лишним миллиардов лет, пока оно существует, произойдет несколько тысяч подобных катастроф. Это приводит к любопытному эффекту. Звезды «сортируются» по своей массе. Самые массивные перемещаются в центральную часть скопления, в то время как более легкие отбрасываются на периферию. Астрономы называют этот эффект «сегрегацией по массе». Он был предсказан давно, но наблюдать его довольно трудно. Ведь звезды в центральной части скопления располагаются необычайно близко друг к другу. Их разделяет не несколько световых лет, а лишь несколько световых недель. Поэтому оценить точно их физические характеристики, в частности, массу, долго не удавалось. Лишь благодаря телескопу «Хаббл», который отличается очень высокой разрешающей способностью, появилась возможность проследить за звездами, находящимися в центре скопления 47 Тукана.

Феррaро и его коллеги исследовали свыше 4000 звезд, расположенных на участке объемом в один кубический световой год. Почти каждая сотая оказалась принадлежащей к этому редкому классу звезд – к числу голубых страгглеров. Всего их здесь выявлено 43. Их масса примерно в два раза превышает массу обычных звезд, при этом они движутся заметно медленнее. «Они буквально “топчутся” в центральной части скопления», – отмечает американский астроном Джей Андерсон, работавший вместе с Феррaро. Кроме того, они отличаются от обычных звезд своей высокой температурой, поэтому и светятся голубым цветом. Итак, теперь понятно, что обе гипотезы, предложенные астрономами, верны. Имеются два механизма формирования «голубых отставших звезд». Остается добавить, что эти звезды обнаруживают не только в шаровых скоплениях, но и в других областях космоса: в гало Млечного Пути, в галактическом балдже и карликовых галактиках. Однако в шаровых скоплениях вероятность их появления, разумеется, выше.

Бомбы темного неба

Взрывы сверхновых звезд – одно из наиболее эффектных космических зрелищ, а сами сверхновые, как и их порождения – нейтронные звезды и черные дыры – принадлежат к самым необычным феноменам мироздания. Их научное изучение началось в ноябре 1572 года. Тогда в созвездии Кассиопеи вдруг загорелась звезда, которой там никогда не было, и сияла она так ярко, словно тщилась затмить весь небесный свод. На протяжении двух недель она была различима даже в дневные часы. Это неожиданное явление побудило молодого датского дворянина Тихо Браге написать свое первое астрономическое сочинение – «О новой звезде».

Теперь мы знаем, что вспышка сверхновой знаменует не рождение, а смерть светила. Однако события, предваряющие этот финал, становятся очевидны только теперь. «Причины нашего непонимания процессов, протекающих внутри сверхновых звезд, очень разнообразны, – отмечают астрономы. – Заметно разнятся масса и количество тяжелых элементов, содержащихся в недрах звезды, которой суждено взорваться. А добавьте к этому различные побочные обстоятельства: скорость движения звезды, характеристики магнитного поля, близость других звезд, убыль массы, вызванная звездным ветром. Вот почему эти взрывы так не похожи друг на друга».



Остаток сверхновой Кеплера

Ученые различают несколько типов сверхновых, основывая классификацию на особенностях их спектра. За этой несхожестью спектров кроются фундаментальные различия. Чаще всего сверхновые образуются при коллапсе гигантских звезд (сверхновые типа Ib, Ic, II, IIL, IIp и II n). Как это происходит?

Звезды вырабатывают свою энергию за счет термоядерного синтеза – слияния легких элементов и образования более тяжелых элементов. Всё начинается со слияния атомов водорода – недра звезды наполняются гелием. Если ее масса в 8 и более раз превышает массу Солнца, то за несколько десятков миллионов лет она израсходует весь имеющийся в ее недрах водород. Пройдет еще несколько миллионов лет, и будет сожжен весь гелий; через несколько тысяч лет допылают запасы углерода. Последнее, что попадет в ее топку, – кремний. Это отсрочит крах примерно на три недели. Звезда исчерпает свои ресурсы.

На память о былом богатстве останется «слиток металла» – железоникелевое ядро размером с нашу планету и массой, которая превосходит солнечную массу примерно в 1,5 раза.

Атомные ядра железа и других элементов так называемого «железного пика» (кобальта, никеля) имеют максимальную энергию связи в расчете на одну частицу. Присоединение к ним новых частиц требует огромных затрат энергии, а потому реакция термоядерного синтеза прекращается. Железо – самый стабильный из химических элементов. Его появление – мрачное предвестие. Теперь звезда обречена на гибель.

Можно сказать, все свои средства звезда вложила в этот ценный металл и тем самым вывела их из оборота. «Легкие деньги» водорода и гелия превратились в недвижимость, в «клад», который не сбыть никуда, пока накопленное сокровище не расточит жестокая «революция» – звездный взрыв. Или другой образ: деревянный дом выгорел, остались лишь гвозди и скобы, которые на какой-то миг, пока доски и брусья превращались в пепел, повисли в воздухе, чтобы потом рухнуть наземь. Коллапс.

Железное ядро стремительно, – со скоростью лишь в 4 раза ниже световой, – сжимается, образуя необычайно плотную и горячую протонейтронную звезду, диаметр которой составляет порядка 30 километров. На все про все уходит полсекунды. Звезда мгновенно «падает внутрь себя», словно луч света – в глубокую шахту. «Падают» все ее части. К примеру, электроны «падают», если хотите, втискиваются, внутрь протонов, превращая те в нейтроны (этот процесс протекает с выделением большого количества нейтрино).

Механизм «угасания» звезды не вызывает разнотолков среди ученых. Они подчеркивают, что катастрофический коллапс ядра описан теоретиками достаточно подробно. Гораздо труднее объяснить, почему за этим следует взрыв. Что приводит в работу спусковой механизм? Что заставляет звезду разлетаться на части, освещая небо ярчайшим из звездных светильников?

Наиболее сложные модели показывают, что в газовой оболочке возникают мощные конвективные потоки. Можно прибегнуть к такому сравнению: эта оболочка напоминает воду, кипящую в котле. Вся ее толща пронизана пузырьками, спешащими подняться наверх. Вот такие же грибовидные пузырьки из раскаленной плазмы в огромном количестве образуются в недрах звезды, устремляясь к ее поверхности. Звезда «закипает». Но бывает ли так со всеми звездами? Ученые по-прежнему не уверены, что именно конвективными потоками можно объяснить все взрывы сверхновых.

Астрофизик из Аризонского университета Адам Барроуз предложил другое объяснение: звуковые волны. При стремительном сжатии звезды, как показал проделанный им расчет, она начинает вибрировать. По идее, порожденные этим

звуковые волны заметно усиливают ослабевшую было ударную волну. Проверить эту гипотезу, впрочем, можно будет, лишь обнаружив наконец гравитационные волны – предсказанные Эйнштейном колебания пространства-времени. Ведь вибрирующая звезда должна их создавать. Когда их удастся зафиксировать с помощью специальных детекторов, это послужит также подтверждением правоты исследователя, усложнившего модель образования сверхновых звезд.

В еще одной гипотетической модели, тоже имеющей право на существование, энергия вращения звезды преобразуется в магнитную. В некоторых случаях этого оказывается достаточно, чтобы вызвать чрезвычайно асимметричный взрыв звезды, причем ее остатки выбрасываются в космос строго вдоль оси ее вращения. Подобные звезды называют «гиперновыми». Как полагают, именно они являются источниками мощных вспышек гамма-излучения. На месте взорвавшейся гиперновой, по-видимому, остается черная дыра.

Совсем иначе взрываются сверхновые типа Ia. К этому классу принадлежат многие из самых ярких сверхновых. Речь идет о взрывах белых карликов, являющихся частью двойных звезд. Они постоянно пожирают находящуюся рядом звезду, пока их масса не достигнет магического предела – 1,4 солнечных масс. Тогда карлик и вспыхивает сверхновой звездой.

В компьютерной модели, созданной учеными Чикагского университета, показаны первые две секунды этого процесса. Разогретый до десяти миллиардов градусов пепел, образовавшийся в недрах звезды в результате термоядерной реакции, поднимается к ее поверхности и обволакивает ее – раздается взрыв. Остатки звезды уносятся в космическую даль со скоростью свыше 10 тысяч километров в секунду. Свидетелем такого взрыва и стал Тихо Браге.

Подобные события лишний раз напоминают, что сверхновые звезды взрываются по разным причинам. Только так можно объяснить, почему эти эффектные астрономические события столь многолики. В наши дни благодаря современным телескопам ежегодно удается открывать несколько сотен сверхновых звезд в различных галактиках, доступных нашему наблюдению. Так, в 2005 году было обнаружено 367 сверхновых, в 2006 году – 551, а в 2007 году – даже 572!

Унесенные вдаль остатки взорвавшейся звезды, насыщенные тяжелыми элементами, синтезированными в ее недрах, со временем послужат строительным материалом для новых звезд и – берите ниже! – планет. На некоторых планетах появятся живые существа, в организме которых будут содержаться химические

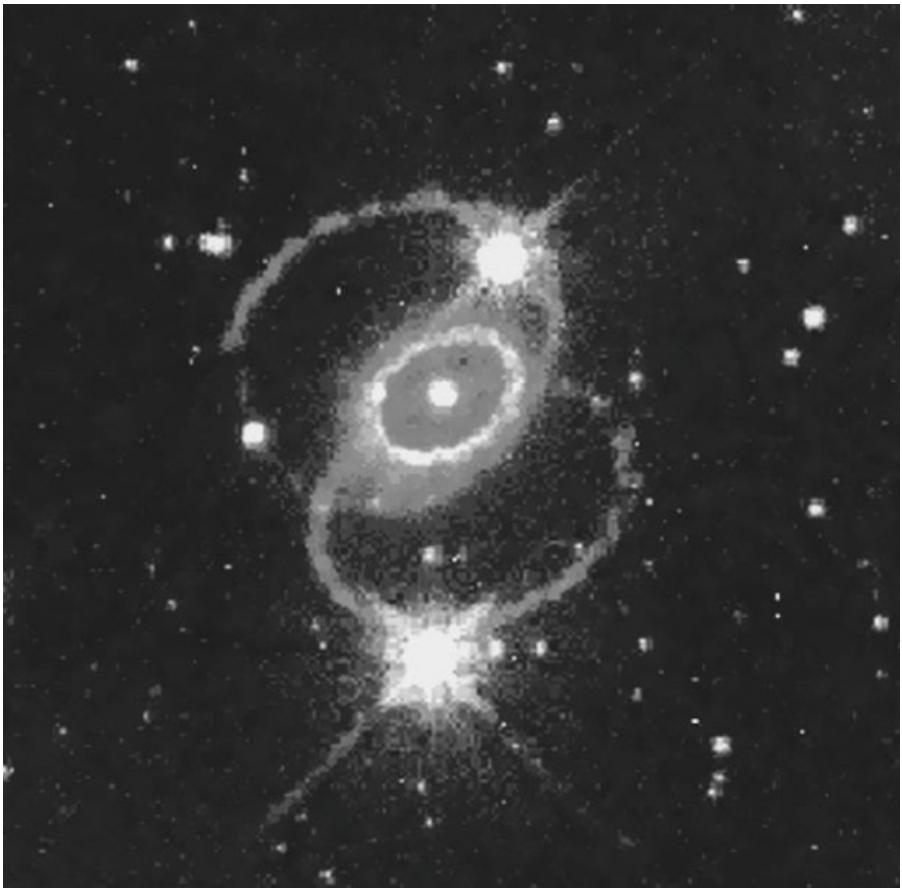
элементы, образовавшиеся в толще сверхновой, например, железо – в крови. Так что все мы немного «звездные мальчики» и «звездные девочки».

Взрывались ли сверхновые звезды в окрестностях земли?

По оценкам астрономов, сверхновые звезды вспыхивают в нашей Галактике в среднем раз в тридцать лет. Впрочем, в большинстве случаев мы не замечаем этого, поскольку взорвавшиеся звезды находятся очень далеко от Земли и облака газа и пыли заволакивают их от наших взглядов.

За последние несколько тысяч лет не было случая, чтобы эти космические фейерверки принесли хоть какую-то беду. Разве что иногда их упоминали в хрониках, как было, например, со звездой, воссиявшей в 1054 году. Как-никак, почти три недели ее можно было видеть даже в дневные часы (позднее на ее месте образовалась Крабовидная туманность).

Поэтому ученые долгое время почти не задумывались о том, могли ли вспышки сверхновых повлиять на эволюцию жизни на нашей планете. Лишь в 1974 году американский физик Мелвин Рудерман предположил, что через каждую пару сотен миллионов лет в радиусе 30 световых лет от Земли взрывается какая-либо гигантская звезда. И тогда в течение нескольких веков озоновый слой, защищающий планету от смертоносного космического излучения, напоминает скорее решето.



Сверхновая звезда Supernova 1987A

Можно схематично обрисовать последующие события. Сперва на Землю обрушивается мощный поток ультрафиолетовых, рентгеновских и гамма-лучей, затем – поток быстрых частиц, в основном ядер водорода (протонов). Проникая к Земле, космическое излучение пагубно сказывается на планктоне, населяющем моря нашей планеты. Начинается массовое вымирание животных, питавшихся планктоном. Затем гибнут хищники, оставшиеся без добычи.

Животные вымирают ведь, прежде всего, потому, что не могут найти достаточного количества пищи, чтобы прокормить себя. Не случайно в эпоху глобальных катастроф мелким животным легче отыскать нишу для выживания – им требуется меньше пищи, к тому же многие из них питаются насекомыми, которые, как правило, не так сильно страдают в пору бедствий. Кроме того, мелкие животные обычно встречаются чаще крупных животных и быстрее их размножаются, приносят более многочисленное потомство, меньше времени вынашивают его. Поэтому они лучше приспособлены к катастрофам. Им, как биологическим видам,

легче сохраниться.

Стоит отметить и следующее: поскольку количество планктона заметно уменьшится, он будет поглощать все меньше углекислого газа, а это приведет к нарастанию парникового эффекта. Опять же не все животные оказываются готовы к климатическим изменениям. Такова еще одна цепочка последствий взрыва одной из соседних с нами звезд.

В 1995 году физик Джон Эллис из Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН) и его американские коллеги Брайан Филдс и Дэвид Шрамм уточнили расчеты Рудермана. Из опубликованной ими статьи явствовало, что в среднем раз в 250 миллионов лет в области, очерченной их коллегой-предшественником, непременно взрывается сверхновая звезда.

Они также предположили, что взрывы сверхновых оставляют в осадочных отложениях или толще льда почти такой же след, как падения астероидов. Дело в том, что в раскаленной газовой оболочке, которую сбрасывает с себя звезда, начинает работать настоящая химическая фабрика. В течение считаных секунд здесь возникает практически весь ассортимент таблицы Менделеева вплоть до такого элемента, как калифорний, который на Земле можно получить лишь искусственным путем.

Если это «химическое» облако, выброшенное сверхновой, достигнет Земли, то в ее атмосферу проникнут некоторые экзотические элементы. Они оседают на поверхность суши или дно моря, образуя специфический слой отложений. Разумеется, в случае со сверхновыми звездами не стоит преувеличивать объемы вещества, просыпавшегося на Землю. Так, если звезда взорвется на расстоянии 30 световых лет от нас, то общая масса этого вещества составит около 10 миллионов тонн.

Поиск вещества сверхновой звезды в чем-то сродни поиску иголки, провалившейся в стог сена. Его масса в тысячи раз меньше массы астероида, рухнувшего на Юкатан 65 миллионов лет назад. Если же учесть, что это вещество рассеялось по планете, то отыскать его очень трудно. Его могут выдать только некоторые изотопы, которые не встретишь на Земле, например, железо-60.

В 1999 году в пробах железомарганцевых конкреций, взятых со дна в южной части Тихого океана, близ острова Питкэрн, обнаружилось именно железо-60. Период полураспада этого радиоактивного изотопа составляет полтора миллиона лет. Он образуется лишь при взрывах сверхновых, причем в количестве, превосходящем массу нашей планеты.

Осенью 2004 года был проведен повторный анализ. В образцах конкреций, поднятых со дна океана в трех тысячах

километрах от прежнего места, вновь было найдено большое количество железа-60, что позволило уточнить дату события, случившегося в космических окрестностях Земли.

Расчеты показывают, что вещество сверхновой звезды может достичь поверхности нашей планеты только в том случае, если взрыв произошел на расстоянии всего нескольких сотен световых лет от нее. Иначе поток звездного вещества настолько замедлит свое движение, что, столкнувшись с солнечным ветром, будет отнесен в сторону от планеты.

Судя по количеству изотопов, обнаруженных в пробах, взрыв произошел примерно в ста световых годах от Земли, и случился он около 2,8 миллиона лет назад. В ту пору эта сверхновая сияла в сотни раз ярче полной Луны. Впрочем, выяснить, где она находилась, не удастся. За минувшие миллионы лет нейтронная звезда, оставшаяся на месте взрыва, очевидно, удалилась на тысячу с лишним световых лет от Солнца, а сброшенная ею газовая оболочка разредилась до такой степени, что заметить ее уже нельзя.

Это открытие стало одним из важных достижений «астрономической археологии», в задачу которой входит, например, изучение океанических осадков в поисках следов давних взрывов сверхновых. «Телескопами» археологов могут служить не только изотопы железа-60, но и гафний-182 и плутоний-244.

Кстати, взрывы сверхновых помогут объяснить некоторые загадочные изменения земного климата в далеком прошлом. Ведь, проникая в атмосферу нашей планеты, частицы вещества, выброшенного звездой, становятся центрами конденсации капелек воды. Планету затягивают облака; солнечные лучи все реже достигают ее поверхности; наступает похолодание. Географы давно определили, что около трех миллионов лет назад климат Земли разительно изменился, началось длительное похолодание, однако причина его была непонятна. Этот взрыв сверхновой многое объясняет. Облачный полог окутал тогда земную поверхность. На полюсах скопилось значительно больше льда; в Африке же стало выпадать меньше осадков.

Это событие повлияло и на становление человека. По словам ученых, оно стало «движущей силой эволюции наших далеких предков». Именно около 2,8 миллиона лет назад из рода австралопитеков выделяется ранний вид человека – Homo habilis, «человек умелый». Очевидно, становление этого вида было связано с изменившимися условиями существования. Климат стал более суровым, и лучше всего приспособилась к этим изменениям популяция гоминидов, научившаяся изготавливать орудия.

Область ее обитания заметно расширилась. Так что сверхновая звезда благословила род человеческий.

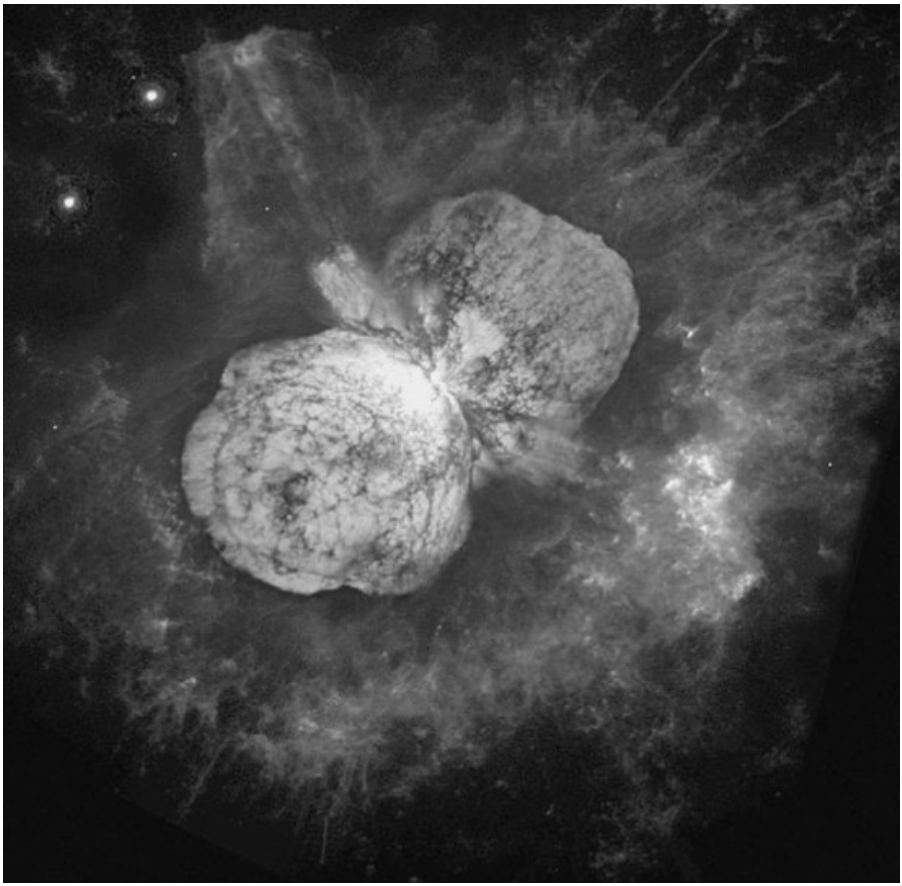
Всего, по оценкам ученых, со времени зарождения жизни на нашей планете, то есть за последние три с половиной миллиарда лет, в окрестностях Солнечной системы несколько раз взрывались сверхновые звезды.

Чем нам грозит эта карины?

В созвездии Киля (лат. Carina) – его хорошо видно в Южном полушарии, – на расстоянии 7—10 тысяч световых лет от Земли располагается звезда Эта Карины (Eta Carinae). Ее масса составляет от 100 до 120 солнечных масс, а светимость в 4–5 миллиона раз выше, чем у Солнца.

Астрономы по праву называют ее «таинственной звездой». Судьба ее, можно сказать, начертана на небесах. Эта Карины принадлежит к классу нестабильных голубых гигантов. Подобные звезды очень быстро расходуют содержащийся в их недрах водород и по прошествии нескольких миллионов лет взрываются в виде сверхновой или, может быть, даже гиперновой звезды. На месте взорвавшегося светила остается лишь черная дыра.

Примечательна Эта Карины своими периодическими вспышками и соответственно изменениями яркости (видимого блеска). В 1677 году Эдмунд Галлей, внося ее в каталог, обозначил ее как звезду 4-й величины. Однако уже к 1730 году она стала одной из самых ярких звезд в созвездии Киля. В 1782 году она вновь потускнела до своей прежней величины. Затем, начиная с 1820 года, ее яркость стала нарастать. Так, в 1827 году она светилась уже в 10 раз ярче, чем за несколько лет до этого, а по прошествии десяти лет, в 1837 году, произошла ее ярчайшая вспышка. В то время лишь Сириус пылал на небосводе ярче, чем эта звезда, пережившая взрыв, но не уничтоженная им. «Никогда прежде, – писал британский астроном Джон Гершель, находившийся в ту пору в Южной Африке, – я не видел такого великолепия». Во второй половине XIX века Эта Карины очень заметно потускнела. Наконец, с 1900 по 1940 год ее можно было наблюдать лишь в телескоп.



Эта Карины известна своими периодическими вспышками и соответственно изменениями яркости

Как известно, звездные величины обозначают индексом m (от латинского magnitudo – «величина»), который ставят вверху после числового значения. Например, яркость Полярной звезды составляет 2,3m. Исторически сложилось так, что наиболее яркими звездами считались звезды 1-й величины, наиболее слабыми – 6-й величины. С появлением оптических приборов эта шкала необычайно расширилась: уже в бинокль можно увидеть звезды, чей блеск равен 10 m, а в телескоп – 29m. Видимый блеск самых ярких звезд и планет стали обозначать в отрицательных звездных величинах, например, блеск Венеры (—4m) и Луны (—11m).

Так вот, видимый блеск Эта Карины в 1900–1940 годах составляла от 7 до 8m, в то время как в 1843 году обозначался отрицательной величиной (—0,8m). Но в годы Второй мировой войны Эта Карины мало-помалу начала разгораться. Теперь ее вновь можно было заметить на небосводе. В 1998–1999 годах ее яркость в течение 18 месяцев удвоилась.

Что же происходит с этой звездой? После памятного взрыва, состоявшегося в 1837 году, Эта Карины сбросила не всю свою оболочку, а лишь малую ее часть (впрочем, и та весила примерно в три раза больше, чем Солнце). «Очевидно, эта звезда напоминает громадный паровой котел, – комментирует немецкий астроном Керстин Вайс. – Когда давление в ее недрах нарастает, она сбрасывает немного пара».

Впоследствии облака газа и пыли, выброшенные в космос, заслонили от нас звезду. Возникла туманность Карины, протянувшаяся на две с лишним сотни световых лет. Однако превращения звезды на этом не кончились, хотя она исчезла из поля нашего зрения. Ее газовое ядро осталось, пережив катаклизм. Как показывают фотографии, сделанные телескопом «Хаббл», это ядро все еще бурлит, яркость звезды внезапно возрастает. Возможно, полагает Керстин Вайс, «шлейф газа и пыли, образовавшийся полтора века назад, теперь вытянулся настолько, что сквозь него стала просвечивать Эта Карины». Когда-нибудь она еще засияет ярче всех других звезд.

Наблюдая за туманностью, окружающей эту звезду и сформированной из материала, который она извергала во время вспышек, астрономы пришли к выводу, что подобные катастрофы наблюдались, например, в XV веке, а также в конце I тысячелетия нашей эры. О последнем напоминает образование в виде подковы, достигающее в поперечнике 2 световых лет и обнаруженное рентгеновским телескопом «Чандра» в 1999 году. Температура газа внутри этого полукольца, в непосредственной близости от звезды, составляет 60 миллионов кельвинов, а снаружи – там, где газовая оболочка, отторгнутая ей, сталкивается с межзвездным веществом – все еще достигает примерно 3 миллионов кельвинов.

Астрономы пока безуспешно пытаются найти хоть какие-то исторические свидетельства, сообщающие о вспышках этой звезды в далеком прошлом. Единственный текст, на который они обратили внимание, это шумерский миф, сложившийся в IV тысячелетии до нашей эры. Он повествует о боге Энки, который является людям в обличье звезды, меняющей свою яркость. Однако нет никаких упоминаний о том, в какой части небосвода пребывал Энки, и, значит с звездой Эта Карины его можно связывать лишь гипотетически.

Причина вспышек, время от времени сотрясающих эту звезду, пока еще не вполне понятна ученым. Возможно, нестабильность Эта Карины обусловлена ее массой. Мощная сила гравитации скрепляет остов этого гиганта, но в его недрах вовсю идет термоядерная реакция. Звезду буквально распирает изнутри. Пока две эти силы находятся в равновесии, поток излучения

сдерживается. Однако их паритет обманчив. Достаточно какого-то внешнего фактора, и произойдет такой же мощный взрыв, как и полтора века назад.

В спектре Эта Карины астрономы выявили периодические изменения. Они указывают на то, что на самом деле речь идет о двойной звездной системе, состоящей из объектов, которые обращаются относительно друг друга с периодичностью примерно в 5,54 года. Именно через такой промежуток времени рентгеновское излучение, исходящее из центральной части Эта Карины, уменьшается до минимума. Этот феномен можно объяснить тем, что один из объектов, составляющих звездную пару, закрывает другой. Источником рентгеновского излучения может быть столкновение звездных ветров – потоков заряженных частиц, испускаемых каждым из этих двух объектов. Впрочем, пока не создана убедительная модель, которая объяснила бы все странности и загадки звезды Эта Карины, хотя у астрономов остается все меньше сомнений в том, что это – двойная звезда.

В 2003 году Вольфганг Кундт и Кристоф Хилеманс, впрочем, высказали гипотезу, превращающую звезду Эта Карины в тройную звезду, которая состоит из двух «нормальных» звезд, чья масса составляет порядка 60 солнечных масс, а также нейтронной звезды. В любом случае, она – уникальный объект, ведь она расположена в относительной близости от Земли.

По признанию ученых, Эта Карины, находящаяся на одной из последних стадий своего развития, является одним из самых интересных объектов для всех, кто изучает эволюцию звезд. При тех катастрофах, которые она пережила, звезду обычно разрывает на части. Она же, удивляются астрономы, «как-то уцелела». Вот и в следующий раз она может выжить после катастрофы, а может и окончательно погибнуть. В любом случае, в ближайшие 100 тысяч лет она полностью взорвется и станет сверхновой.

Ее гибель вроде бы ничем не грозит Земле – разве что порадует всех любителей звездного неба (а кто из нас хоть раз в жизни не глядел завороженно на него?). По словам американского астрофизика Марио Ливио, «это будет самое эффектное звездное шоу за всю историю человечества». Чего доброго, после взрыва Эта Карины в Южном полушарии станет так светло по ночам, что можно будет сутки напролет читать, например, справочник о поведении сверхновых, даже не включая электрический свет, иронизирует астроном Дэвид Пули из Берклийского университета. Когда-нибудь это произойдет. Когда?

Путешествие в глубь нейтронной звезды

Ядро взорвавшейся звезды превращается обычно в черную дыру или нейтронную звезду. Последняя – поистине рай небесный для физиков. Ни в одной лаборатории мира нельзя воссоздать условия, царящие здесь.

Прежде всего, поражает плотность этой крохотной звезды. Вещество в ней сжато сильнее, чем в атомном ядре. Так что нейтронная звезда диаметром около 20 километров оказывается в 1,4–3 раза массивнее нашего Солнца. Это означает, что чайная ложка звездной пыли будет весить около миллиарда тонн – больше, чем все люди, населяющие нашу планету, вместе взятые.

Сила притяжения на поверхности нейтронной звезды так велика, что та представляет собой идеальный шар. Если здесь и можно найти какие-то неровности, то их высота – не более миллиметра. Толщина твердой коры, по результатам наблюдений, не превышает полутора километров. Верхний ее слой состоит из железа, погруженного в своего рода океан из электронов.

Слой железа очень тонок. Всего в нескольких метрах от поверхности нейтронной звезды ее плотность резко возрастает. Там теснятся экзотические атомные ядра, которые на Земле можно получить разве что на новейших ускорителях. Пример тому – такой элемент, как никель-78. Если в стабильном атоме никеля его ядро содержит от 58 до 64 протонов и нейтронов, то радиоактивный никель-78 содержит по меньшей мере на 14 нейтронов больше. Период полураспада подобного элемента в лабораторных условиях составляет 110 миллисекунд. А вот в коре нейтронной звезды ввиду царящего здесь громадного давления атомные ядра никеля-78 пребывают в стабильном состоянии.

Строение нейтронной звезды

Но продолжим путешествие в глубь нейтронной звезды. Когда плотность в ее коре достигает 400 тысяч тонн на кубический сантиметр, условия резко меняются. Теперь для нейтронов, с энергетической точки зрения, выгоднее находиться вне атомных ядер. Они «просачиваются» сквозь ядра и образуют зоны, состоящие из так называемой «нейтронной жидкости».

Наконец, когда плотность в недрах звезды достигает 150 миллионов тонн на кубический сантиметр, кора нейтронной звезды заканчивается. Все атомные ядра распадаются на свои составные части. В этом месиве из элементарных частиц нейтроны находятся в явном изобилии. Поэтому, когда звезда остынет, в ее недрах может наблюдаться такое явление, как нейтронная сверхпроводимость. Этот феномен аналогичен, например, низкотемпературной сверхпроводимости гелия. Для него характерно полное отсутствие потерь на трение.

Итак, по своему строению нейтронная звезда напоминает скорее планету земного типа, нежели звезду. Она покрыта твердой корой, под которой простирается обширная жидкая зона. Впрочем, четкой границы между этими двумя областями нет. Мощное магнитное поле связывает их.

На этом аналогии между нейтронной звездой и планетами заканчиваются, поскольку астрономы мало что знают о том, что происходит в ее недрах на глубине всего в несколько километров,

когда плотность превысит в 10 раз плотность атомного ядра. Ведь даже на самых современных ускорителях при столкновении атомных ядер не удается достичь подобной плотности. По некоторым гипотезам, там пребывают в свободном состоянии кварки. А может быть, там находятся какие-то не известные пока науке элементарные частицы?

В 1931 году существование звезд, состоящих из нейтронов, предсказал советский физик Лев Давидович Ландау. Двумя годами позже к тому же предположению пришли немецкие астрономы Вальтер Бааде и Фриц Цвикки, работавшие в США. Более трех десятилетий нейтронные звезды оставались любимым коньком физиков-теоретиков. Никто не предполагал, что их в самом деле можно наблюдать.

Все изменилось в 1967 году. Сотрудники Кембриджского университета Энтони Хьюиш, ставший позднее лауреатом Нобелевской премии по физике, и его аспирантка Джоселин Белл обратили внимание на странный пульсирующий радиоисточник. Сигнал повторялся через каждые 1,337 секунды. Точность повторения была феноменальной. Как оказалось, Хьюиш и Белл впервые зафиксировали излучение нейтронной звезды. Эти регулярные импульсы были вызваны эффектом, который до открытия первого пульсара теоретики упустили из виду.

Все дело в том, что характеристики магнитных полей таких экзотических объектов, как нейтронные звезды, просто поразительны. Во время коллапса сверхновой звезды ее магнитное поле невероятно сжимается и потому усиливается. Его напряженность возрастает в триллионы раз по сравнению с напряженностью магнитного поля Земли. Под действием этого мощного поля электроны, находящиеся на поверхности нейтронной звезды, разгоняются до скоростей, близких к световой, и устремляются в околозвездное пространство, испуская излучение по направлению своего движения. Ну а поскольку электроны перемещаются только вдоль силовых линий магнитного поля, излучение представляет собой два узких пучка электромагнитных волн. Когда такой пучок достигает Земли, радиоастрономы фиксируют сигнал. Он напоминает сигнальный огонь маяка и попадает в поле зрения наблюдателя лишь через определенные, очень короткие промежутки времени, поскольку звезда вращается. Правда, наши наземные радиоантенны могут уловить это излучение лишь в том случае, если оно направлено точно в сторону Земли. Только тогда мы сумеем заметить этот «маяк».

Наблюдая за ним, астрономы словно ощущают пульс далекого небесного тела – пульсара. Пульс очень быстрый.

Период вращения пульсаров исчисляется сотыми, а то и тысячными долями секунды. Рекорд составляет 716 оборотов в секунду. Если бы мы могли увидеть нейтронную звезду невооруженным глазом, мы даже не заметили бы, что она вращается, – мы своим зрением не может различить столь быстрых движений. Лишь приборы помогают нам изучать эти экзотические небесные тела.

По оценкам астрономов, только в нашей Галактике расположено около миллиарда нейтронных звезд, но в большинстве своем они пока еще не обнаружены.

В 2006 году американские астрономы открыли в созвездии Малой Медведицы особенно редкостный экземпляр нейтронной звезды. Ученые окрестили ее «Кальверой» – именем злодея из памятного вестерна «Великолепная семерка». Это так называемая изолированная нейтронная звезда. Как правило, эти мрачные карлики составляют пару с какой-либо звездой, которую постепенно пожирают.

До сих пор было обнаружено лишь семь нейтронных звезд, остававшихся в полном одиночестве. Эти объекты очень молоды – им менее миллиона лет. Некоторые из них можно заметить даже в оптическом диапазоне. Они очень слабо светятся, и разглядеть их можно только потому, что они находятся сравнительно недалеко от Солнечной системы.

Странно даже расположение Кальверы – она пребывает над плоскостью галактического диска, на расстоянии всего 250—1000 световых лет от нашей Земли (оценить его удалось лишь приблизительно). В любом случае, это ближайшая к нам нейтронная звезда. Впрочем, как полагает один из авторов открытия, Дерек Фокс, «таких звезд, как она, могут быть десятки». Не они ли каждые сто миллионов лет подвергают нашу планету страшной бомбардировке?

…Мир пульсаров поистине причудлив и богат неожиданностями. Время открытий здесь далеко не завершено. Так, в 1992 году у одного из пульсаров была обнаружена своя планетная система – две большие планеты размером с Юпитер и одна поменьше. Еще более сенсационным оказалось открытие в 1998 году совершенно нового класса пульсаров (и нейтронных звезд вообще) – так называемых «магнитаров».

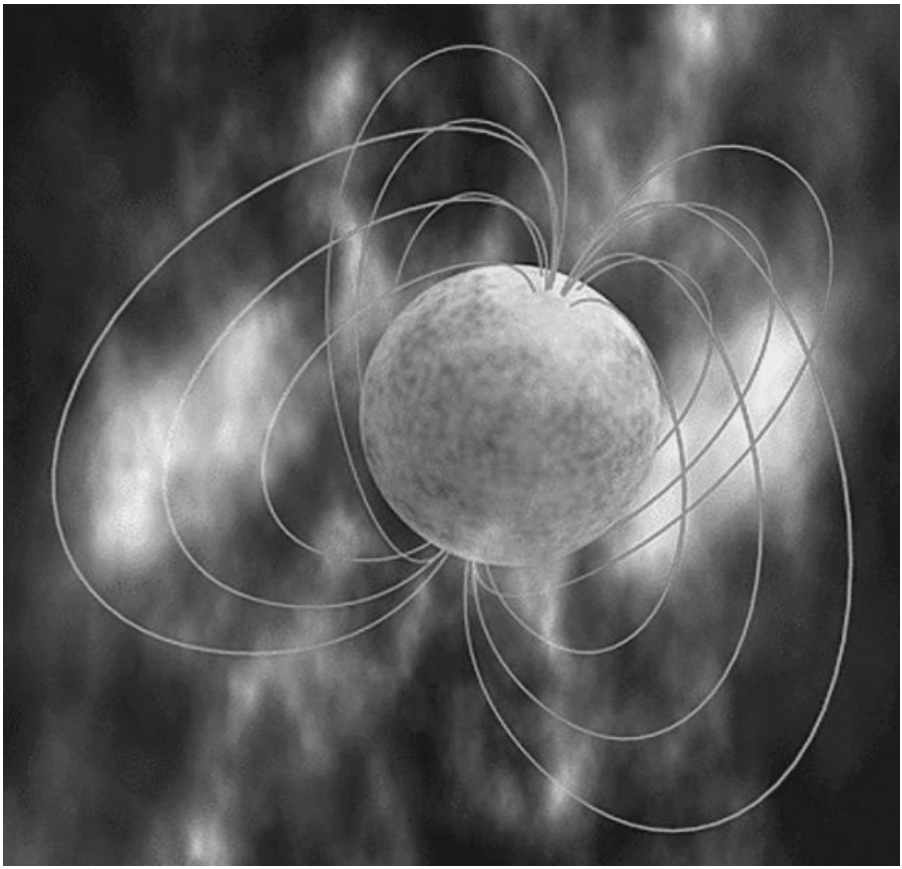
Этот причудливый мир магнитаров

Особый класс нейтронных звезд составляют магнитары. Они обладают очень мощным магнитным полем – в тысячи раз мощнее, чем у обычных нейтронных звезд. Их индукция равна 1011 тесла. Для сравнения: тот же показатель на Земле в районе экватора составляет порядка 1/3 × 105 тесла.

Речь идет о самых намагниченных объектах во Вселенной. Если бы какой-нибудь магнитар чудесным образом оказался на полпути между Землей и Луной, то вся информация, которую мы храним при помощи разного рода магнитных устройств, мигом бы улетучилась. До сих пор ученым не вполне ясно, почему некоторые звезды превращаются в магнитары и какую роль при этом играет их масса.

В нашей Галактике обнаружено уже полтора десятка нейтронных звезд, которые, похоже, являются магнитарами. Все они время от времени испускают мощные потоки рентгеновского или гамма-излучения продолжительностью в несколько десятых долей секунды. Вслед за этими выбросами энергии наступает продолжительная пауза, когда поток излучения ослабевает, колеблясь при этом с периодичностью в несколько секунд, что соответствует периоду вращения магнитара. Затем, по прошествии нескольких часов, а то и лет, следуют новые, чаще всего менее мощные вспышки. Поэтому подобные источники излучения называют также Soft Gamma Repeater (SGR) – в шутливом переводе – «мягкие гамма-заики».

Вечером 27 декабря 2004 года астрономы стали свидетелями грандиозной вспышки магнитара SGR 1806—20, расположенного на расстоянии 50 тысяч световых лет от Земли. В течение 0,1 секунды мощность гамма-излучения, достигшего нашей планеты, не уступала свечению Луны в оптическом диапазоне. Если бы мы могли видеть это излучение своими глазами, нам открылась бы поразительная картина: внезапно над нашими головами, словно по мановению волшебника, на миг загорелась вторая Луна. За этот короткий промежуток времени выделилось столько энергии, сколько Солнце испускает за 100 тысяч лет. Это был самый яркий объект за пределами Солнечной системы, известный науке.



Магнитары обладают очень мощным магнитным полем – в тысячи раз мощнее, чем у обычных нейтронных звезд

К счастью, та памятная вспышка ничем не угрожала нам. Поток излучения магнитара, достигший Земли, был поглощен верхними слоями ее атмосферы. Но если бы она произошла на расстоянии всего 10 световых лет от нашей планеты, то здесь началась бы массовая гибель всего живого (так что, возможно, какие-то прежние биологические катастрофы, вроде внезапной гибели динозавров, были вызваны именно такой близкой гамма-вспышкой, считают некоторые астрономы).

Еще одна звезда-рекордсмен – это SGR J1550—5418, расположенная на расстоянии примерно 30 тысяч световых лет от Земли. Период ее вращения составляет 2,07 секунды. Это самый быстрый известный науке магнитар. Он стремительно испускает гамма-лучи. Так, менее чем за 20 минут было зарегистрировано свыше сотни вспышек, причем во время самых мощных выделялось больше энергии, нежели Солнце излучает за 20 лет. Кстати, телескоп космической обсерватории «Свифт» зафиксировал, что во время наиболее ярких вспышек вокруг этого магнитара появлялись своего рода расширяющиеся кольца,

состоявшие из отраженных сигналов. Очевидно, газопылевая завеса, окружающая звезду, отражала часть ее излучения.

Возможно, именно магнитары и являются источниками загадочных вспышек гамма-излучения, иногда фиксируемых астрономами. Природа этих вспышек до сих пор окончательно не выяснена. По одной из гипотез, эти потоки гамма-лучей испускает нейтронная звезда, погружаясь в бездну черной дыры. По другой, они возникают при столкновении двух нейтронных звезд. Но теперь астрономы полагают, что хотя бы часть этих феноменов объясняется мощнейшими вспышками магнитаров, расположенных где-нибудь на другом конце Вселенной. Эту идею предложил Кевин Харли из Берклийского университета. Вспышки такой же интенсивности, как та, что произошла 27 декабря 2004 года, можно зафиксировать в радиусе нескольких сотен миллионов световых лет.

Чем же объяснить столь грандиозные выбросы энергии, характерные для магнитаров? «Изобретатель» этой категории звезд, человек, впервые заговоривший о том, что магнитары могут существовать, Роберт Дункан из Техасского университета, предлагает следующий сценарий.

Магнитное поле магнитара отличается необычайной мощью. Даже атомы, оказавшись в таком поле, деформируются чуть ли не до неузнаваемости: например, атом водорода становится похож на иглу (соотношение его длины и ширины теперь равняется примерно 200). Само магнитное поле тоже поразительным образом искажено. В недрах этой звезды, где сосредоточена большая часть ее магнитной энергии, силовые линии поля обвивают ее ось вращения, словно пружины, накрученные на стержень. Как предполагают исследователи, подобные искажения возникают из-за быстрого вращения звезды. Стремясь развернуться, эти «пружины» время от времени взрывают твердую кору магнитара, достигающую в толщину около километра, При этом высвобождается огромная энергия, которая испускается в виде потока гамма-лучей. Чем сильнее будут закручены силовые линии магнитного поля, тем мощнее поток этих лучей. Благодаря встряске магнитное поле несколько перестраивается, обретает более стабильную конфигурацию. Сама же звезда, словно оплетенная собственным магнитным полем, начинает вращаться медленнее. Спустя некоторое время всё повторяется снова и снова – и так до тех пор, пока магнитар окончательно не замедлится

Нечто похожее наблюдалось и в случае с магнитаром SGR 1806—20. С марта по декабрь 2004 года было зафиксировано несколько отдельных слабых вспышек, которые свидетельствовали о деформировании твердой коры магнитара.

Сам он все ярче светился в гамма-диапазоне, поток излучения становился все более жестким, а скорость вращения магнитара уменьшалась. Все эти факторы указывали на то, что его магнитное поле все сильнее и сильнее закручивалось. В конце концов возникшее здесь напряжение моментально разрядилось, когда звезда испустила гигантский поток гамма-излучения. Астрофизик Анна Ваттс из Амстердамского университета отмечает: «Такое событие сродни девятибальному землетрясению. Во время него моментально меняется магнитная конфигурация всей звезды». После этого события магнитное поле магнитара вновь приняло свою прежнюю форму. Звезда вернулась в стабильное состояние.

Сейчас у ученых имеются две гипотезы, которые объясняют происхождение магнитаров. По одной из них, это могут быть сверхплотные «руины» звезды, которая обладала необычайно мощным магнитным полем. Впрочем, подобных звезд в Млечном Пути очень мало. По альтернативной теории, на последней стадии жизни вполне обычной звезды скорость вращения ее ядра возрастает настолько, что звезда превращается в своего рода динамо-машину. Мощность ее магнитного поля заметно возрастает, и после своей гибели она становится магнитаром. Большинство астрономов придерживается первой гипотезы, однако убедительных доказательств, подтверждающих ее, пока нет.

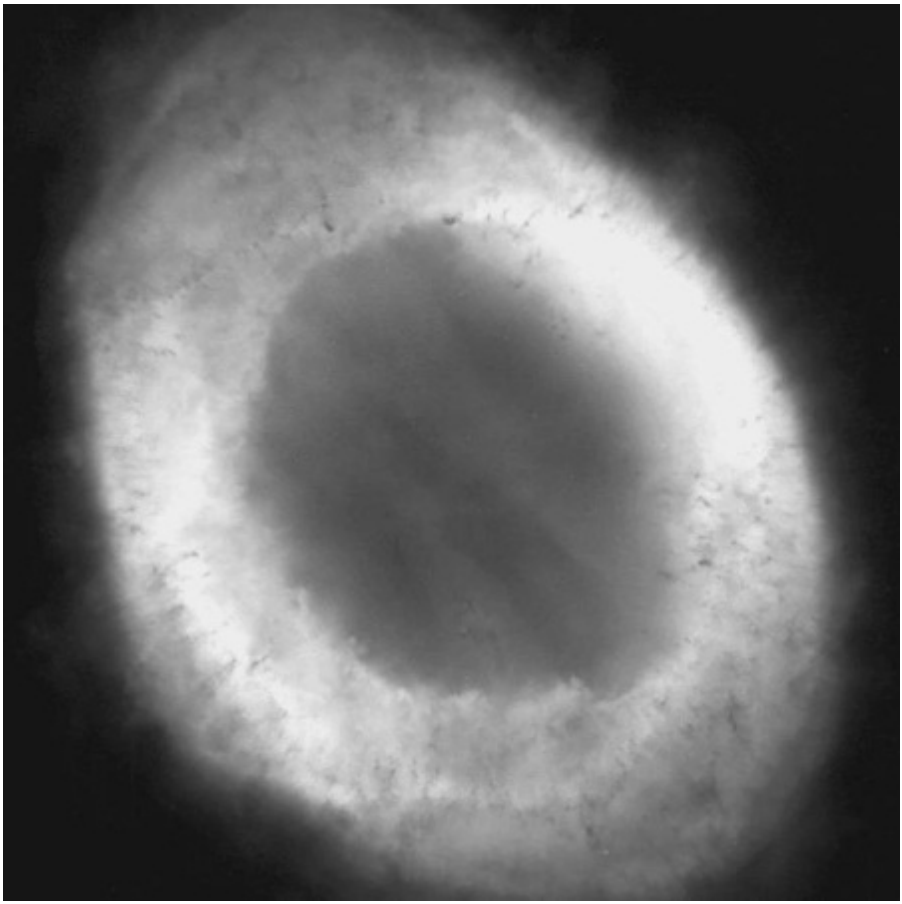
Предполагается, что магнитары проявляют бурную активность лишь в первые 10 тысяч лет своей жизни, затем их магнитное поле стабилизируется. На протяжении еще нескольких тысяч лет после этого магнитары продолжают испускать излучение (такие объекты называют аномальными рентгеновскими пульсарами), пока не остывают так сильно, что перестают выказывать какую-либо активность. Возможно, на просторах нашей Галактики затеряны многие миллионы подобных звезд. По оценке астрономов, примерно каждая десятая нейтронная звезда является магнитаром.

Обманчивая красота планетарных туманностей

Прах становится прахом, а пыль – пылью. Нет ничего вечного под солнцем, нет ничего вечного и в мире звезд.

Небольшие звезды, чья масса сравнима с массой нашего Солнца, живут долго. Им суждено прожить примерно столько (или даже больше), сколько просуществовала уже Вселенная – около 14 миллиардов лет. Жизнь такой звезды сравнительно бедна событиями. Когда топливо в ее недрах выгорит, плотность в ее центральной части стремительно возрастет – там образуется массивное гелиевое ядро. Вокруг него продолжится горение еще сохранившегося водородного топлива. Разогреваясь, оболочка звезды расширится и достигнет колоссальных размеров. Ее радиус теперь в сотни раз больше радиуса Солнца. Подобная звезда называется «красным гигантом». Для звезды красный цвет – цвет старости. Температура в ее недрах превышает уже 100 миллионов градусов. В таком пекле сливаются даже ядра гелия, образуя углерод и кислород.

Со временем – через каких-то 10—100 тысяч лет – звезда сбрасывает газовую оболочку в окружающее ее космическое пространство. Эти изношенные покровы, разогретые до температуры 10 000 градусов, отлетают от нее, словно раздуваемые ветром. Гигант на глазах превращается в карлика, оставляя себе лишь неприкосновенный запас – остов, ядро.



Кольцевая планетарная туманность в созвездии Лира

Лихорадочно меняется окраска звезды, словно она подает сигнал бедствия. Из красной становится оранжевой, желтой, голубой. Когда же звезда обернется белым карликом и ее температура достигнет 30 000 градусов, поток ультрафиолетового излучения, испускаемого ею, становится таким мощным, что под его воздействием отлетевшая газовая оболочка ионизуется. Теперь она видна в телескоп. На пустынном участке космоса проступает размытое, туманное пятно. Оно сверкает все ярче. Оно скорее напоминает бутон, переливающийся разными цветами.

Нет ничего вечного в мире звезд. Всё новые гигантские светила, подводя итоги жизни, будут превращаться в банкротов, лишаясь почти всего, что им удалось стяжать. Всякий раз после их жизненного краха рядом с ними вспыхнет еще одно пятно, словно драгоценность, выпавшая из разжатой руки. Еще один «розовый бутон».

Форма этих пламенеющих «бутонов» очень причудлива: чашечки, венчики, кольца, арки, петли. Небо цветет! По мнению многих астрономов, это самые красивые объекты во Вселенной.

Они зовутся планетарными туманностями. Долгое время их природа была непонятна.

В 1785 году Уильям Гершель, наблюдая за небом в уникальный для того времени 20-футовый телескоп, обратил внимание на крохотный синевато-зеленый кружок. Так же выглядела планета Уран, открытая им четыре года назад. Однако это небесное тело, как и некоторые другие, вскоре обнаруженные им, не имело ничего общего ни с планетами, ни с протопланетными телами. Название, данное им, было ошибочным.

Лишь в XX веке И.С. Шкловский первым понял, что планетарные туманности возникают в конце жизни звезд малой и средней массы, когда звезда, превращаясь в белого карлика, сбрасывает оболочку, и та рассеивается в окружающем пространстве.

Как полагают ученые, только в Млечном Пути имеется около 50 тысяч планетарных туманностей. Впрочем, в каталоги пока внесено лишь немногим более полутора тысяч таких объектов, причем сотню из них можно наблюдать даже в любительский телескоп. Для нашей Галактики, насчитывающей, по усредненной оценке, 200 миллиардов звезд, число планетарных туманностей, на первый взгляд, очень невелико. Все дело в том, что они недолговечны по сравнению со звездами. Они существуют лишь несколько десятков тысяч лет.

Тем не менее планетарные туманности играют важную роль в эволюции галактик. В ранний период своей истории наша Вселенная состояла главным образом из водорода и гелия. Лишь благодаря термоядерному синтезу, протекавшему в недрах звезд, она наполнилась тяжелыми элементами. Во многом именно планетарные туманности обогатили ими межзвездную среду.

Типичная планетарная туманность состоит примерно на 70 % из водорода и 28 % из гелия. Дополняют этот состав углерод, азот, кислород, а также небольшие количества других химических элементов. Протяженность подобных туманностей составляет в среднем около одного светового года, а их плотность – приблизительно 1000 частиц на один кубический сантиметр. Впрочем, молодые, только что образовавшиеся туманности – не такие разреженные. Их плотность может достигать миллиона частиц на кубический сантиметр.

В последние два десятилетия с помощью телескопа «Хаббл» удалось получить многочисленные фотографии планетарных туманностей. Примерно на каждом пятом снимке перед астрономами предстает разноцветный шар. Но в большинстве случаев эти объекты устроены гораздо сложнее. Они необычайно

многолики. Почти 10 % всех туманностей имеют биполярную форму и скорее, напоминают бабочку, вот-вот готовую вспорхнуть. Некоторые очень асимметричны. Известна даже планетарная туманность, представляющая собой прямоугольник.

Почему они принимают то или иное обличье? Причины такого разнообразия до конца не выяснены. Может сказываться сила притяжения расположенных поблизости звезд и даже крупных планет. Влияние магнитных полей. Воздействие звездного ветра. Что же касается асимметричных и биполярных туманностей, то, возможно, они образовались на месте двойных звезд. Еще недавно считалось, что такое происходит лишь в исключительных случаях, и что обычно эти туманности возникают в финале жизни одиноких звезд. Наблюдения, проводимые телескопом «Хаббл», заставляют, пожалуй, пересмотреть прежние взгляды на их происхождение.

Для астрономов, изучающих планетарные туманности, одна из главных проблем заключается в том, что зачастую бывает очень трудно определить расстояние, на котором те находятся. Прежде всего, это касается отдаленных туманностей. А ведь подчас именно они оказываются единственными объектами в далеких галактиках, по которым исследователи могут уверенно судить о химическом составе этих звездных систем. В их образе перед нами проступает и наше будущее.

Когда-нибудь, почти через семь миллиардов лет, успев выжечь ближайшие планеты, потускнеет и Солнце – эта небольшая звезда, согревающая наш земной мирок. Да, прах становится прахом, а пыль – пылью. Нет ничего вечного под солнцем, нет ничего вечного и в мире звезд, этих огоньков, что – по меркам вечности – так быстро гаснут.

Посреди прежней Солнечной системы раскинется планетарная туманность. Возможно, под воздействием Юпитера она примет форму эллипса. Повлияют на ее облик и планеты, оказавшиеся в опасной близости от гибнущего Солнца. Их раскаленная твердь будет непрерывно излучать тяжелые элементы. Благодаря им туманность начнет переливаться всеми цветами радуги. На месте гибели Солнца и планет яркими, удивительными красками запылает цветок звездного вещества – живой огонь, вспыхнувший на космическом «могильнике».

Обозревая этот мрачный и эффектный финал, нельзя не признать, что Гершель, назвав данный класс туманностей «планетарными», был не так уж далек от истины. Они в самом деле связаны с планетами. Вот только те не рождаются среди разметанных клубов газа и пыли. Нет, обширная цветастая пелена, словно саваном, покрывает обломки мертвых планет. Надеясь узреть

рождение космической жизни, Гершель, сам того не подозревая, отыскал далекие кладбища, над которыми еще долго будут пылать огни звездной памяти.

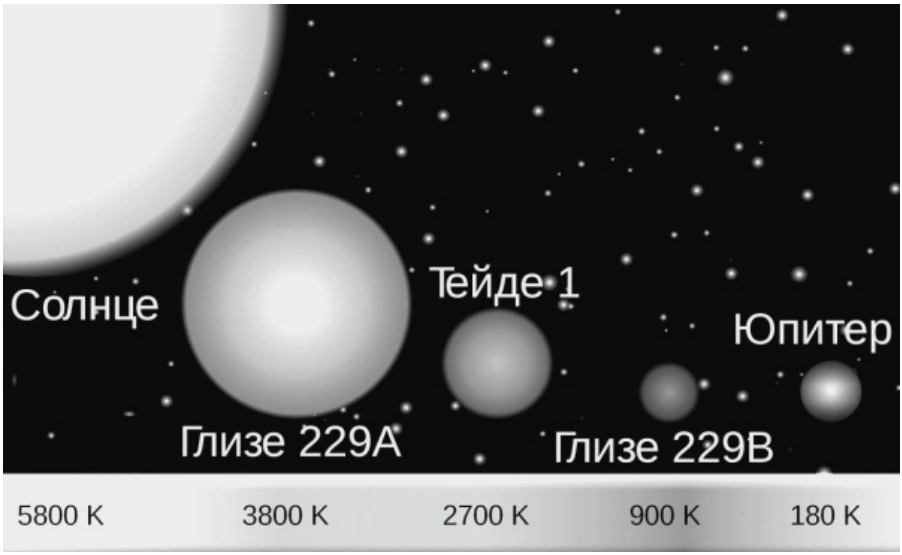
Незримая поступь коричневых карликов

Столетиями астрономическая классификация казалась незыблемой: кометы, планеты, звезды… Между планетами и звездами зияла пропасть. Они слишком разнились по своим размерам. Астрономы не раз задавались вопросом: «Какие законы запрещают появление небесных тел, больших, чем планеты, но меньших, чем звезды?» Не было логических объяснений этой разверзшейся пустоте. И несколько десятилетий назад ученые начали поиск объектов, которые могли бы заполнить непонятную лакуну.

Расчеты показывали, что масса этих небесных тел не может превышать 75–80 масс Юпитера (иначе объект загорится звездой) и не может быть меньше 13 масс Юпитера: все, что ниже этого предела, – планеты. Если в их недрах и начинается термоядерная реакция, то быстро гаснет. Мрачно мерцающие каменные шары – вот что они такое. Большую часть излучения, испускаемого ими, должно составлять инфракрасное, то есть тепловое, излучение. Они пышут жаром, как пироги в печи.

Эти тела прозвали «черными», или «инфракрасными», звездами. Лишь в 1975 году американский астроном Джилл Тартер придумала им прозвище, под которым они и вошли в научные труды: «коричневые карлики» (название не вполне точное, поскольку эти объекты выглядят красноватыми).

Однако их поиск обернулся фиаско. Их не было. Открытие же состоялось лишь в 1995 году, когда интерес к ним охладел так же сильно, как их недра. Наблюдая за созвездием Зайца, американские астрономы Шри Кулкарни и Тадаси Накадзима из Паломарской обсерватории обнаружили близ звезды Глизе 229, на расстоянии 18 световых лет от Земли, едва приметную светлую точку. Расчеты показали, что масса этого небесного тела в 30–40 раз превышает массу Юпитера. Это не была звезда. Об этом же свидетельствовал и спектральный анализ, ведь там обнаружился метан. В недрах звезд, разогретых до температуры не менее 1800 ˚С, он не может существовать, поскольку разлагается при температурах свыше 1200 ˚С. Объект однозначно был коричневым карликом.



Сравнительные размеры коричневых карликов Глизе 229B и Тейде 1 с Юпитером и Солнцем

Поиски его собратьев продолжились с новой силой. Однако успех пришел лишь в последнее десятилетие. Теперь астрономам известны уже свыше 500 подобных объектов. Их открывают чуть ли не еженедельно. Чаще всего они оказываются спутниками той или иной звезды. Но были обнаружены и карлики, располагавшиеся в стороне от звезд.

Причины длительных неудач объяснимы. В оптическом диапазоне эти небесные тела почти невозможно разглядеть – они светятся в сотни тысяч, а то и миллионы раз слабее Солнца. По результатам спектрального анализа видно, что их атмосфера содержит не только различные газы, но также силикаты и железо. При температуре около 2000 °C, царящей поначалу на поверхности коричневого карлика, железо пребывает в газообразном состоянии и конденсируется по мере того, как он остывает. Тогда на эту полупланету-полузвезду обрушиваются ливни из жидкого железа. Как показывают расчеты, которые проделали астрономы Адам Бургассер и Кэтрин Лоддерс из Вашингтонского университета, на поверхности карликов бушуют страшные бури, с которыми не сравнятся не то что земные ураганы, но и грандиозный вихрь, столетиями наблюдаемый на Юпитере, – Большое Красное Пятно.

Коричневые карлики оказались также мощными источниками радиоизлучения. Так, в 2006 году были обнаружены три подобных объекта, которые ритмично, словно пульсары, испускали радиоволны. Правда, они вращались гораздо медленнее пульсаров, излучая один радиоимпульс раз в два-три часа, в то время как ритм пульсаров исчисляется миллисекундами.

Итак, одни свойства сближают коричневые карлики с планетами, другие – со звездами. Возможно, они образуются, когда рост звезды по какой-либо причине прекращается. Такое может произойти в двойных звездных системах, когда один из партнеров выталкивает другого, прежде чем тот дорастет до размеров настоящей звезды. Причиной коллизии может стать и сила притяжения оказавшейся поблизости звезды, увлекающей за собой «недоношенную» звезду.

Может статься также, что в окрестности молекулярного облака, где рождается карлик, окажется очень горячая звезда. Под действием испускаемых ей ультрафиолетовых лучей вещество облака испарится быстрее, чем карлик успеет сам превратиться в звезду.

Однако недавние открытия астрономов заставили усомниться в последнем сценарии. Павел Кроупа из Кильского университета и Жером Бувье из Гренобльской обсерватории, наблюдая за известной областью рождения звезд – темными облаками в созвездии Тельца, обнаружили там целый ряд коричневых карликов, но поблизости не было очень горячих звезд, которые помешали бы им вырасти в нормальную звезду. Сами карлики были окружены газопылевыми дисками. По сообщению Рэя Джаявардханы из Мичиганского университета, около половины исследованных коричневых карликов, по-видимому, окружены подобными дисками, как и любые молодые звезды.

Очевидно, карлики, как и звезды, образуются в центре молекулярных облаков, тогда как на их периферии, в газопылевых дисках, могут рождаться планеты. У карликов есть свои планетные системы! Так, наблюдение за карликом CFHT BD-Tau 4 в созвездии Тельца показало, что вещества вокруг него хватит на такую планету, как Юпитер. Коричневый карлик в созвездии Хамелеона, в 500 световых годах от Земли, окружен протопланетным диском, где «строительного материала» достаточно, чтобы возникли несколько планет земной группы или такая планета, как Сатурн. «Мы размышляем в основном о планетах, формирующихся вокруг звезд, напоминающих Солнце, – отмечают астрономы, – но планеты могут появиться и возле коричневых карликов».

Это открывает новые возможности изучения внесолнечных планетных систем. Обычно планеты теряются в ярком блеске звезды, остаются недоступны для наблюдателей. Возле коричневого карлика – тусклой точки на небосводе – и планеты выступают из тени. Их можно будет наблюдать в более мощные телескопы.

По мнению некоторых исследователей, на планетах,

зародившихся близ коричневого карлика, могла бы существовать жизнь. Расчеты показывают, что на любой планете, находящейся на расстоянии от 1,5 до 7 миллионов километров от него, вода пребывает в жидком состоянии. Впрочем, многие скептично относятся к этой гипотезе. Если бы в подобной системе и появилась жизнь, то ей пришлось бы постоянно приспосабливаться к понижению температуры на поверхности планеты, ведь ресурсы карлика будут истощаться.

Тени коричневых карликов, бессчетно мелькающие на просторах Галактики, обретают свои очертания. Промежуток между звездами и планетами заполняют эти своеобразные небесные тела: недоношенные звезды, планеты-переростки. Они так неприметны, что даже средства массовой информации, иногда сообщающие об открытиях в области астрономии, совершенно не замечают их – этот равновеликий звездам и планетам класс небесных тел.

Одно время считалось, что загадочное темное вещество, из которого в основном и сложено мироздание, состоит из… коричневых карликов. Именно эти мириады полузвезд, мелькающие повсюду и остающиеся в основном невидимыми, могли бы объяснить нехватку вещества во Вселенной. Однако надежды были напрасными. Коричневые карлики оказались никудышными кандидатами на роль темного вещества. На сегодняшний день ученые полагают, что карликов во Вселенной столько же, сколько и звезд. Однако их суммарная масса составляет лишь несколько тысячных долей общей массы Вселенной.

Поиск темного вещества продолжается. Поиск коричневых карликов – тоже.

Эти экстремальные, экзотичные экзопланеты

Еще пару десятилетий назад астрономы спорили о том, существуют ли планеты возле других звезд, или Солнечная система – уникальная космическая формация. Сторонники первой гипотезы приводили те же аргументы, что неизменно вспоминают со времен Джордано Бруно: «Невозможно вообразить себе, чтобы все эти бесчисленные миры, которые столь же великолепны, как наш, или даже лучше его, были лишены обитателей, подобных земным или даже лучших». Солнце – лишь одна из множества звезд. Все остальные звезды похожи на него. Вокруг них обращаются планеты. Многие из них, наверное, обитаемы.

И все-таки открытие первой планеты за пределами Солнечной системы стало подлинной сенсацией в мире науки. Этот новый класс небесных тел – внесолнечные планеты, или экзопланеты, – был обнаружен в январе 1992 года. Первые планеты заметили там, где их никогда не взялись бы искать – в окрестности пульсара PSR B1257 + 12.

На 28 октября 2011 года астрономами было обнаружено 695 внесолнечных планет

В октябре 1995 года швейцарские астрономы Мишель Майор и Дидье Квелоц впервые заметили планету по соседству со звездой, напоминающей Солнце. Это – звезда 51 в созвездии Пегаса. Ученые были немало удивлены. Ведь, приготовляясь искать чужие миры, они рассчитывали, что те будут похожи на известный образец – нашу Солнечную систему, где все планеты обращаются вокруг звезды по траекториям, напоминающим почти

идеальные окружности, – и что газовые гиганты размером с Юпитер будут держаться в некотором отдалении от звезды. Здесь же огромная планета располагалась буквально рядом со звездой (за такими планетами закрепилось название «горячие юпитеры»). Их разделяло всего 8 миллионов километров – в шесть с лишним раз меньше расстояния между Меркурием и Солнцем. Окажись на месте этой планеты Юпитер, от него остался бы жалкий, неприметный комочек – твердое ядро, разогревшееся до 1300 °С. Его обширная оболочка, состоящая из легких элементов – водорода и гелия, мигом улетучилась бы. В Солнечной системе все гигантские планеты сохранились потому, что находятся вдали от Солнца.

Вскоре американские ученые открыли еще две планеты, расположенные близ звезды 70 в созвездии Девы и звезды 47 в созвездии Большой Медведицы. Обе эти звезды удалены от нас на несколько десятков световых лет. Обе – по своим размерам, массе и температуре – похожи на Солнце. Однако их планеты мало чем напоминали Землю. Одна двигалась слишком близко от своего солнца, другая – чересчур далеко от него, на расстоянии более двух астрономических единиц. Поэтому на поверхности одной из них царит непереносимый жар, а на другой – вечный холод.

В последующие пятнадцать лет открытия посыпались как из рога изобилия. По данным на 28 октября 2011 года было обнаружено 695 внесолнечных планет. Вот лишь некоторые памятные вехи.

Август 1996 года: первая планета близ двойной звезды 55 Cancri (созвездие Рака; теперь там известно уже пять планет).

Апрель 1999 года: первая внесолнечная планетная система, она расположена близ звезды U Андромеды.

Апрель 2005 года: первая планета близ коричневого карлика 2M1207.

Август 2005 года: планета в тройной звездной системе HD 188753A («Конечно, рассветы на этой планете должны быть фантастические – в ее небе появляются сразу три солнца, красное, оранжевое и белое, – отмечал на страницах журнала “Знание – сила” обозреватель Рафаил Нудельман, – но как она вообще могла образоваться, если влияние наружных звезд давно должно было “вымести” из системы весь плането-строительный материал?»)

Астрономы открыли в космической дали сотни планет. Но в большинстве случаев на них даже не остановиться космонавтам: это газовые шары размером с Юпитер. Пока замечены лишь единичные планеты, похожие на Землю. Но это только по той причине, что, чем меньше небесное тело, тем труднее его

обнаружить на просторах космоса. На самом деле слова «вторая Земля» будущим астрономам придется повторять миллионы, если не миллиарды раз. А сколько этих миров населены? Пока же нам не до космической переписи «братьев по разуму», мы делаем только первые – наугад – шаги, высматривая в туманном небе смутные очертания отдельных – еще очень крупных – далеких планет.

И все же пришло время классифицировать этих космических гостий. Так, на страницах журнала «Astrophysical Journal» американский астроном Марк Кучнер предложил разделить новые планеты на 14 категорий. Выбирая им место в этой «табели о четырнадцати рангах», он руководствовался, в первую очередь, составом протопланетного диска, из которого возникают планеты.

Например, «планеты, состоящие из углерода или моноксида углерода, должны встречаться возле белых карликов или пульсаров; они рождаются в богатых углеродом протопланетных дисках – подобный диск обнаружен, например, близ звезды Бета Пикторис». Здешние планеты будут изобиловать метаном и графитом, или, как шутят астрономы, здесь будут выситься горы из алмазов и простираться долины из дегтя.

В зависимости от химического состава диска меняется максимально возможный радиус образовавшихся из него планет (он определяется массой планеты). Чтобы вычислить радиус, нужно подсчитать, насколько сильно уплотнено вещество в недрах планеты. Так, если она состоит из железа, то, естественно, будет заметно меньше по размерам, чем Земля, в том случае, если ее масса равна земной. А вот планета, состоящая только из углерода и равная Земле по массе, будет заметно крупнее нашей планеты. Сама Земля принадлежит к классу силикатных планет, поскольку состоит преимущественно из соединений железа и кремния.

Очевидно, в ближайшее время появятся и другие виды классификаций, например, по особенностям орбит или физическим свойствам планет. В последнем случае выделяют около десятка разновидностей внесолнечных планет:

«горячие юпитеры», разогретые до 700 —1200 ˚С и расположенные раз в десять ближе к своей звезде, чем Земля (год на них длится не более двух земных недель);

«теплые юпитеры», температура которых достигает 200–600 ˚С;

«сернокислые гиганты», окутанные пеленой из капелек серной кислоты;

«водные гиганты», окутанные облаками из водяного пара или кристалликов льда;

«двойники Юпитера»; на них так же холодно, как и на настоящем Юпитере;

«горячие нептуны», расположенные очень близко к звезде;

«холодные нептуны», такие же ледяные гиганты, как и наш Нептун;

«горячие» и «холодные суперземли» – планеты земного типа (уже первые открытия показали, что среди них будут встречаться и планеты, напоминающие Венеру, и более холодные планеты).

Впрочем, пока еще подобные классификации выглядят слишком умозрительно. Особенно скудны наши сведения о планетах земной группы. И тем более трудно рассуждать о том, как часто встречаются планеты, пригодные для обитания живых организмов. Может статься, что мы замечаем сейчас самые крупные и «суетливые» планеты, которые нередко дестабилизируют орбиты других объектов своей системы. Большинство же планет просто ничем не выдает себя.

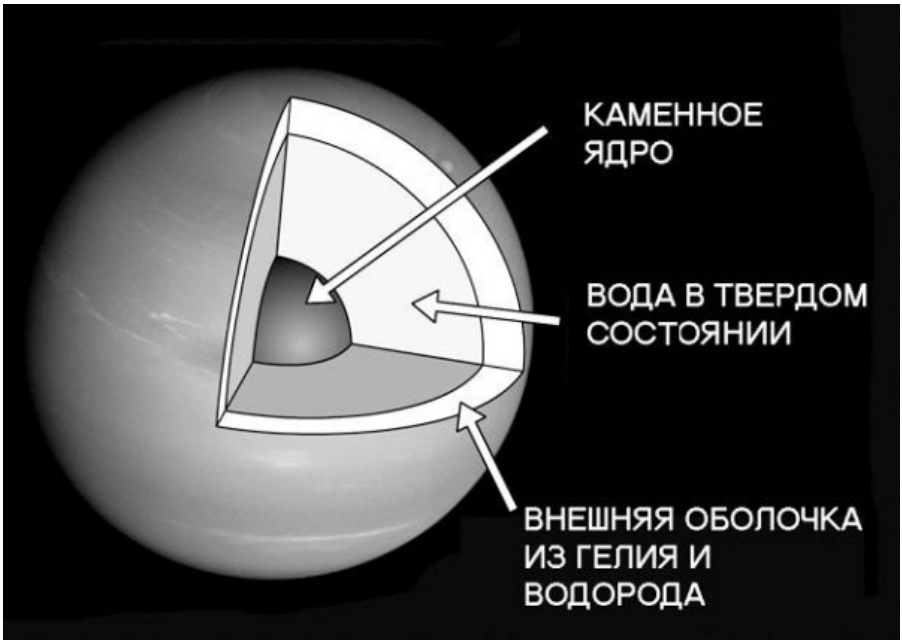
В любом случае, отныне началась новая эпоха – эпоха исследования планет за пределами Солнечной системы. «Планеты – побочный продукт процесса образования звезд; они могут зарождаться практически рядом с любой звездой», – полагает Мишель Майор. С каждым новым открытием внесолнечной планеты наша Вселенная становится все разнообразнее, как и предсказывали писатели-фантасты: наш космос – это бесчисленные миры в бесконечных мирах.

Под далекой звездой-водой

Жизнь родилась в воде, и в ее глубинах она переживет, наверное, даже «конец света». Без воды не может быть и жизни – вот аксиома, впитанная нами с молоком матери, с первыми каплями воды, выпитыми в детстве. Недаром богатое воображение астрономов расплескало немало влаги на картах соседних планет: моря Ясности, Спокойствия, Изобилия – идиллические пейзажи Луны, каналы и моря – на Марсе. До эпохи космонавтики профессия астронома определенно перекликалась с ремеслом гидротехника.

После запуска многочисленных зондов к планетам Солнечной системы их моря превратились в пустыни, чей вечно иссушенный грунт никогда не омывают дожди. И вдруг все повторилось, но только в той несусветной дали, где мелькают не видимые нами планеты. Однако математические расчеты позволяют детально разглядеть их рельеф. Впрочем, те же расчеты показывают, что на поверхности многих планет никакого рельефа мы не увидим. На них мечта наших прадедов – небесные «моря» и «каналы» – внезапно воплощается с таким размахом, что на планетах не остается ни клочка суши. Все покрывает громадный Океан. Над его гладью никогда не заходит «солнце».

«Возникновение подобных планет – это обычное явление для космоса», – отмечает Сэн Реймонд из Вашингтонского университета. В 2003 году он обнародовал свои модели формирования планетных систем. В этих сценариях крохотные зародыши планет сновали между одиночной звездой и газовым гигантом, похожим на Юпитер. Ученый менял орбиту и массу псевдоюпитера. Всякий раз под влиянием его притяжения многочисленные комья сливались в более крупные глыбы, состоявшие из камня и льда. В конце концов возле гипотетических звезд зарождалось от одной до 4 планет земной группы. Самая маленькая из них оказалась в 5 раз меньше Земли, а самая большая – в 4 раза крупнее. Поражало количество воды, накапливавшейся на них. В некоторых моделях воды было в триста раз больше, чем на Земле. На поверхности этих планет простирался бескрайний океан. Похоже, и впрямь зарождение таких планет скорее правило, чем исключение. Возможно, рядом с газовыми гигантами почти всегда рождаются водные миры.



Строение водяной планеты

Более подробную модель составил французский астроном Ален Леже. Его водные миры в пару раз больше Земли, но остаются «безвидны и пусты». Библейские слова «И Дух Божий носился над водою» точно о них сказаны – об этих закономерно возникших планетах. Они словно пережили Всемирный потоп и теперь покрыты толщей воды в 150 километров. Для сравнения: средняя глубина Океана на нашей планете – всего шесть километров.

Вообще же эти планеты отличаются своей особой, геометрической красотой. Вот остов далекого мира – ядро из металла и камня диаметром 7–8 тысяч километров. Его облегает ледяной панцирь толщиной 5 тысяч километров. Над ним – Океан и воздушная оболочка. И неужели такие планеты есть на самом деле? Уж не математический ли призрак они?

Недавно итальянский астроном Кристиано Космовичи обнаружил на довольно близком расстоянии от Земли несколько источников микроволнового излучения. Они находились, например, в окрестности звезды ипсилон созвездия Андромеды и в созвездии Эридана. Судя по характеристикам излучения, там есть скопления воды.

И как могли образоваться эти «водные миры»? Предположительно, это бывшие газовые гиганты. Таких планет в космосе множество, как свидетельствуют открытия последних лет. У каждой гигантской планеты имеется свое ледяное ядро, а поскольку эти планеты обычно движутся по очень вытянутой

траектории, сближаясь со звездой, то ядро постепенно тает. Так поверхность планеты покрывается океаном…

… или «воспоминанием об океане» – клубами водяных паров. В 2004 году возле звезды GJ 436 – красного карлика, расположенного по соседству с Землей, в 30 световых годах от нее, – астрономы обнаружили небольшую планету, которая, судя по плотности, состояла в основном из воды и некоторого количества горных пород. Однако заблуждался тот, кто мечтал найти на этой планете океан, полный жизни, океан, который кишит водными организмами. Планета располагается слишком близко к звезде – всего в 4 миллионах километров от нее, а потому ее наружный слой разогрет до 300 °C. Вместо необозримого синего моря здесь простирается густая завеса из водяного пара. Это – «паровой гигант», или своего рода «паровой котел», у которого не осталось стенок.

В недрах же этой планеты вода под большим давлением переходит в особое состояние. Вода, как установили ученые, может принимать более десятка различных состояний, и известный нам лед – лишь одно из них. При чрезвычайно высоких давлениях вода становится твердым телом, значительно более плотным, чем лед (так углерод при очень высоком давлении превращается в алмаз). Физики называют подобные экзотические состояния «лед VII» и «лед X». Если бы океаны на нашей планете были гораздо глубже, то эти необычные формы воды встречались бы и на морском дне.

Поиски водных миров – сейчас одна из главных задач, стоящих перед астрономами. Ведь там, где есть вода, может быть и жизнь. Тому есть несколько объяснений.

Считается, что жизнь может уцелеть лишь на планетах, чья ось вращения устойчива. Если же планета «кувыркается», то условия обитания на ней меняются так резко, что популяции животных могут погибнуть. Однако, если вся планета равномерно покрыта океаном, то положение ее оси вращения не играет особой роли. Даже если ось повернется, и тот или иной участок планеты внезапно окажется ближе обычного к своему «солнцу» или, наоборот, гораздо дальше от него, то толща океана компенсирует гигантские перепады температуры.

Многокилометровый слой воды, подобно земной атмосфере, защитит животных, прячущихся в ее глубине, от жесткого ультрафиолетового излучения или потоков высокоэнергетичных частиц. Им незачем жить в ожидании бед – их спасет океан. Расчеты показали, что жизнь на дне громадного океана уцелеет, если даже неподалеку взорвется сверхновая звезда.

Как отмечают многие ученые, страшнее всего для

зародившейся жизни будет, если планета, перемещаясь по своей орбите, покинет достаточно узкую «зону жизни». Но вот для «водных миров» это не так опасно. Когда планета, полностью покрытая водой, движется по эксцентричной орбите, опасно сближаясь с «солнцем», верхний слой воды неминуемо вскипит и испарится. Однако это не погубит жизнь. Организмы, населяющие океан, будут лишь периодически совершать миграции, то забираясь поглубже, когда небесный жар выжигает планету, то всплывая к поверхности, когда водяные пары, конденсируясь, будут непрестанно проливаться дождем. Часть их переживет и ледниковый период, который наступит, когда планета удалится от «солнца».

Но какая жизнь может ждать нас там, где от горизонта до горизонта – лишь мерный ход волн? Можно ли вообразить носителей разума, таящихся среди бурунов? В богатой галерее инопланетян, созданной писателями-фантастами, почти нет места разумным существам, не кажущим носа из подводного царства. Разве что вспомнятся дельфины, которых лет сорок назад энтузиасты объявляли нашими «братьями по разуму». Да вот еще знаменитый британский фантаст Артур Кларк в одном из своих рассказов описал гигантских кракенов, наделенных разумом. Они создают подводную цивилизацию, изъясняясь на языке световых сигналов. Стоит вспомнить и «Солярис» Станислава Лема, где Океан, покрывший планету, – одно огромное мыслящее существо.

В поисках «второй Земли»

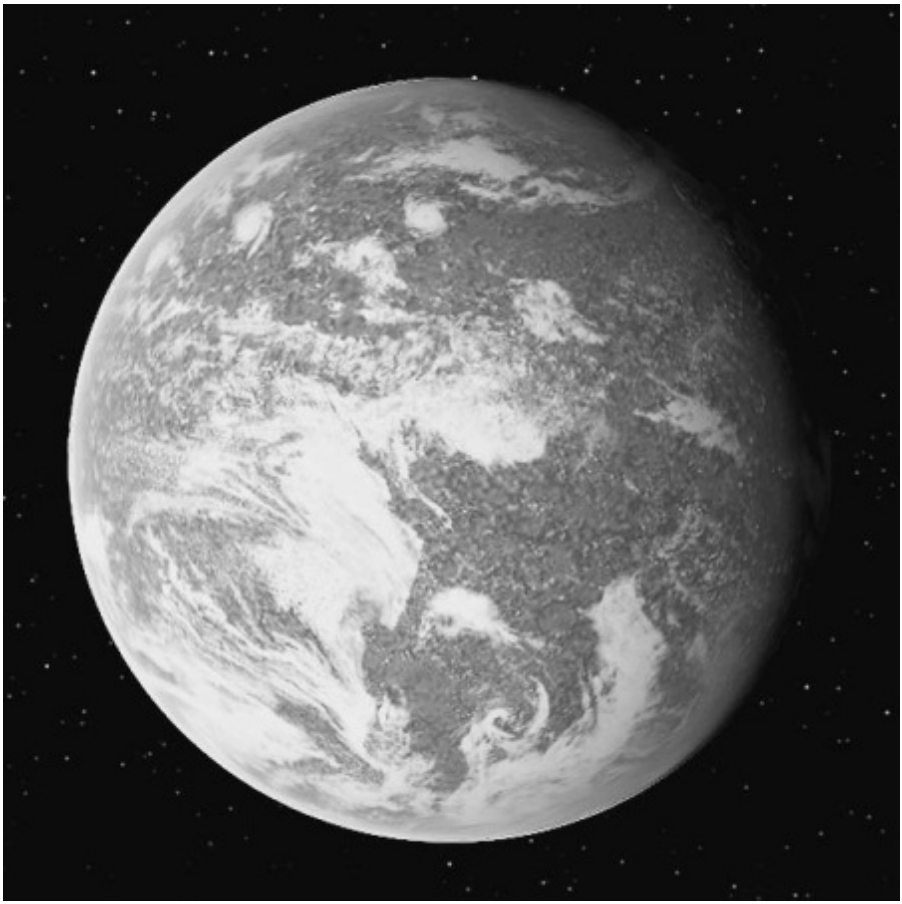
Постепенно астрономы научились отыскивать планеты все меньших размеров. В списке открытий – уже не редкость планеты размером с Нептун, с твердым ядром внутри. Чем меньше планета, тем ближе ее условия к земным, тем вероятнее, что ее поверхность окажется твердой и что она будет окружена воздушной оболочкой.

«Суперземлей» повелось называть громадные внесолнечные планеты земного типа. Впрочем, к этой категории относят планеты лишь по их массе, а не по тому, похожи ли они на Землю и населены ли они живыми организмами. Пока подобные планеты составляют около 3 % всех обнаруженных нами почти семи сотен экзопланет. Понятно, что любая новая «суперземля», найденная астрономами, вызывает всеобщий интерес и становится темой для различных пересудов.

В принципе, в нашей Солнечной системе ни одна планета не похожа на «суперземлю». Небесные тела, отнесенные к этой категории, очень разнолики: одни из них полностью покрыты океаном, другие состоят из чистого железа и скорее напоминают гигантское пушечное ядро, третьи сложены из углерода. Последние, по нашим меркам, особенно экзотичны. По мнению ряда астрономов, под их верхним слоем, вероятно, простирается алмазная толща.

Первая «суперземля» была открыта в 2005 году. Она располагалась близ звезды Глизе (Gliese) 876 и получила название Глизе 876d (еще ранее возле той же звезды были обнаружены две планеты величиной с Юпитер). Масса этой планеты почти в 6 раз выше массы Земли, а период ее обращения составляет всего двое суток. Температура ее поверхности – примерно 650 кельвинов.

В том же 2005 году были замечены две новые «суперземли» OGLE-2005-BLG-390Lb (ее масса в 5,4 раза выше массы Земли) и HD 69830b (10 масс Земли). Обе экзопланеты обращаются вокруг красного карлика.



Так художник представил «суперземлю» Глизе 876

Первой экзопланетой, несомненно, напоминающий каменный шар, является планета COROT-7b, открытая в начале 2009 года на расстоянии 490 световых лет от Земли, в созвездии Единорога. Во всех предыдущих случаях у астрономов не было уверенности в том, что они отыскали каменную планету. Проведенные измерения показали, что COROT-7b почти в пять раз массивнее Земли, а ее диаметр – в 1,7 раза больше диаметра нашей планеты. Таким образом, плотность этой «суперземли» – 5,6 грамма на кубический сантиметр – оказалась очень близка к земной (5,51 грамма на кубический сантиметр). Разумеется, о жизни на этой планете не может идти и речи. Та ее сторона, что повернута к родной звезде, разогрета почти до 2500 ˚С. Вероятно, всю ее покрывают потоки раскаленной лавы и кипящие океаны. Ночная же сторона остывает до минус 200 ˚С.

В последние годы особое внимание ученых привлекает планетная система Глизе 581, расположенная в двадцати световых годах от Земли, в созвездии Весов, – по космическим меркам, почти по соседству с нами. Она состоит, возможно, из

шести планет, обращающихся вокруг красного карлика, яркость которого в полсотни раз меньше, чем Солнца. Этот карлик относится к числу ста ближайших к нам звезд.

В 2007 году швейцарский астроном Стефан Удри обнаружил сразу две «суперземли» рядом с этой звездой. Их масса превышала земную менее чем в десять раз. Расчеты показали, что планеты с такой массой могут удерживать воздушную оболочку.

Больше всего на нашу Землю поначалу была похожа планета Глизе 581c – самая маленькая из внесолнечных планет, открытых к тому времени. Она была всего в пять раз массивнее нашей планеты, а потому ее поспешили окрестить «второй Землей». Однако она располагается рядом со звездой – в 14 раз ближе, чем Земля, – и, стало быть, сильно разогрета. Жизнь на ее поверхности невозможна.

Еще одна планета этой системы – Глизе 581d – в восемь раз крупнее Земли, но она расположена подальше от звезды, и на ней могла бы возникнуть примитивная жизнь. Как показал уточненный расчет, проделанный в апреле 2009 года, на планете Глизе 581d можно отыскать воду. Впрочем, появление высших форм жизни вряд ли возможно и здесь, поскольку планета повернута к своему светилу всегда одной и той же стороной: эта сторона чересчур разогрета, здесь проносятся бури, по сравнению с которыми любой земной ураган показался бы легким бризом, а на другом полушарии царят жуткий холод и мрак.

В апреле 2009 года Мишель Майор объявил об открытии планеты Глизе 581e, масса которой (снова рекорд!) была всего в 1,9 раза выше, чем масса Земли. Очень высока вероятность того, что это – каменная планета.

Последнее открытие было сделано в сентябре 2010 года. Американские астрономы Стивен Фогт и Пол Батлер, проанализировав результаты наблюдений за звездой Глизе 581, проводившихся на протяжении одиннадцати лет, обнаружили планету Глизе 581g. Ее масса в 3,4–4,1 раза больше массы Земли, а периметр в 1,2–1,4 раза превышает земной. Планета достаточно велика, чтобы удерживать возле себя воздушную оболочку. Ее поверхность предположительно твердая. Год на Глизе 581g длится всего 37 суток. Опять же и эта планета неизменно обращена к своей звезде одним полушарием. Астрономы предположили, что на определенной части планеты – на границе между дневной и ночной сторонами, там, где царят вечные сумерки, – сложились условия, в которых может существовать жизнь. Так неужели нам впервые удалось обнаружить планету, где могут обитать живые организмы? «Планеты подобного типа – отнюдь не редкость в нашей Галактике, – считает Стивен Фогт. –

Возможно, она изобилует планетами, пригодными для жизни».

Однако Глизе 581*g* сразу же стала яблоком раздора в саду планет. В то время как средства массовой информации поспешили сообщить о том, что найдена «вторая Земля», а кто-то даже уловил загадочные сигналы, наверное, посылаемые нашими «братьями по разуму», некоторые астрономы подвергли сомнению расчеты, проделанные Фогтом и Батлером.

В самом деле, они не наблюдали непосредственно эту планету, а заметили ее присутствие по гравитационному воздействию на звезду. Сообщая о возможно открытой ими планете, Фогт и Батлер подчеркнули, что замеченные ими сигналы слишком слабы и, может быть, мы имеем дело лишь с погрешностью измерений (вероятность этого, по их словам, составляла несколько процентов). Поэтому желательно, чтобы другие группы исследователей проверили их расчеты.

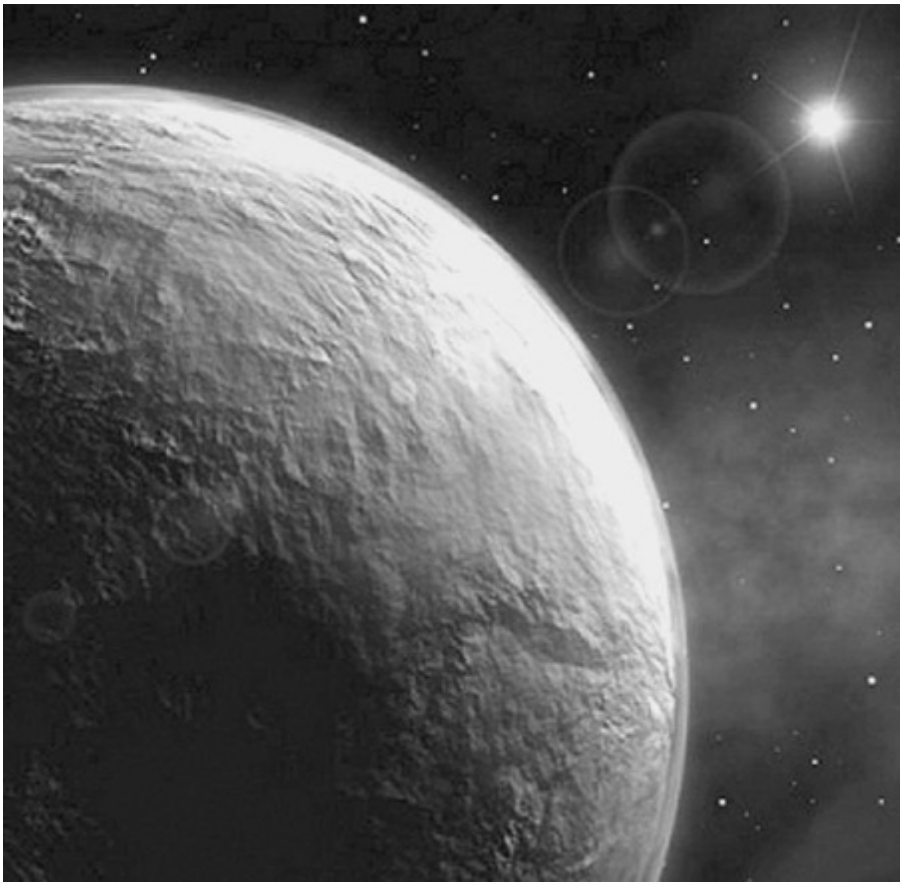
Проверка не принесла обнадеживающих результатов. Но поиск внесолнечных планет – это пока что-то вроде поиска вслепую пресловутой иголки в стоге сена. Это сложность в квадрате. Тень, отброшенная тенью. Призрак призрака. Ученые применяют разные методики поиска экзопланет. Получают результаты с некоторой долей погрешности. Разные результаты. Строят догадки. Делают возможные выводы. Разные выводы. Поэтому никого не должно удивлять, что само существование сразу нескольких внесолнечных планет оспаривается коллегами-астрономами. Среди них оказалась и Глизе 581*g*. Украшение сада планет. Его яблоко раздора.

Человечество давно мечтало отыскать такую же планету, как наша, говорят астрономы. Возможно, эта мечта в скором времени сбудется. Американские исследователи Грегори Лафлин и Сэмюэл Арбесман опубликовали в сентябре 2010 года статью, в которой вычислили вероятность того, что мы все-таки найдем инопланетян. К 2020 году мы почти настигнем их. С вероятностью 75 % мы разглядим планету, где она есть, эта иная жизнь в ином из миров. Наконец, к 2264 году чужепланетные обитатели непременно дадутся нам в руки. Девяносто пять процентов им на согласие!

Приключения одиноких планет

Еще два десятилетия назад астрономы могли лишь предполагать, что мир планет не ограничивается несколькими каменными или газовыми шарами, которые обращаются вокруг Солнца, и что в космосе кружит бесчисленное множество планет. В самом деле, к ноябрю 2011 года астрономам было известно уже почти 700 внесолнечных планет.

В большинстве случаев это газовые гиганты, поскольку их легче обнаружить с помощью имеющейся у нас аппаратуры. Ведь если планета обладает значительной массой, то ее присутствие сказывается на движении звезды: планета и звезда обращаются вокруг общего для них центра масс. Поэтому периодически меняется не только положение не видимой нами планеты, но и положение звезды: она испытывает небольшие колебания, которые выдают присутствие рядом с ней крупной планеты. Установив период обращения последней, можно по закону Кеплера определить расстояние, отделяющее ее от звезды. Массу же планеты, зная размах колебаний, можно вычислить, использовав закон тяготения Ньютона.



Одинокие планеты могут перелетать из одной галактики в другую

Все обнаруженные до сих пор планеты располагались в окрестности звезд, образуя такие же (пусть и очень экзотичные) планетные системы, как и наша. Однако ими одними не ограничивается этот странный мир далеких планет. Очевидно, множество планет, предполагали исследователи, блуждает в стороне от звезд, отбившись от них в результате каких-то коллизий. Астрометрический метод, описанный выше, не поможет их отыскать, ведь они по определению «одиноки» и никак не могут повлиять на движение какой-либо звезды.

И все-таки в начале 2011 года сразу две международные группы астрономов объявили, что ими открыты десять подобных планет-одиночек, которые представляют новую категорию небесных тел. Все они напоминают по своим размерам Юпитер.

Одна из этих групп в течение двух лет с помощью телескопа обсерватории Маунт-Джон в Новой Зеландии вела наблюдения примерно за 50 миллионами звезд, расположенных в центральной части Млечного Пути, причем за каждой приглядывали ежечасно.

Другая группа использовала один из телескопов Европейской южной обсерватории, чтобы проверить и подтвердить выводы коллег. Результаты их работы были опубликованы в мае 2011 года на страницах журнала «Nature».

Обе группы исследователей применили в своей работе еще один метод поиска экзопланет, основанный на теории относительности Альберта Эйнштейна. Согласно этой теории, если планета случайно оказывается точно на одной линии между Землей и какой-либо далекой звездой, то она, словно линза, фокусирует свет, излучаемый ею. Благодаря так называемому эффекту «гравитационной линзы» возникает впечатление, что звезда на какое-то время вдруг ярко вспыхивает. Таким образом, по счастливой случайности можно разглядеть даже слабо светящиеся объекты, расположенные за тысячи световых лет от нас, например, планеты, которые иначе были бы не видны. Впрочем, поскольку Земля, экзопланета и какая-либо звезда лишь в исключительных случаях оказываются на одной линии, подобные открытия чрезвычайно редки.

За два года исследований ученые зафиксировали 474 вспышки такого рода. Почти во всех случаях они были вызваны, впрочем, звездой, заслонявшей более отдаленную звезду. Однако в десяти случаях эти вспышки длились менее двух суток. Очевидно, они могли быть вызваны именно крупной планетой, причем всякий раз в радиусе десяти астрономических единиц от нее не было видно никакой звезды.

В принципе радиус орбиты, по которой движется планета, может заметно превышать эту величину. Например, средний радиус орбиты Нептуна составляет около 30 астрономических единиц. Однако наблюдения показывают, что подобный пример являет собой скорее исключение. Поэтому, по оценке исследователей, лишь четверть обнаруженных во время этого эксперимента экзопланет обращаются вокруг какой-либо звезды. Все остальные блуждают по просторам нашей Галактики в полном одиночестве.

На первый взгляд кажется, что итоговая цифра необычайно мала. Однако если учесть, что в поле зрения астрономов попала лишь небольшая часть звезд, составляющих Галактику, и тем не менее им удалось найти десяток «осиротевших» планет, то можно предположить, что небесные тела, относящиеся к этой категории, очень широко распространены. По оценке самих исследователей, одинокие планеты могут так же часто встречаться в космосе, как и экзопланеты, обращающиеся вокруг звезд и составляющие свои планетные системы. По расчетам Такахиро Суми из Осакского университета, в одном только Млечном Пути насчитывается до

400 миллиардов «космических бродяг».

Астрономы уже выдвигают гипотезы, объясняющие происхождение подобных планет. Когда идет формирование планетной системы, орбиты только что образовавшихся планет зачастую располагаются слишком близко друг к другу, и потому эти планеты особенно чувствительны к гравитационным возмущениям. Они легко могут сойти со своей орбиты и даже удалиться от звезды, вокруг которой они обращались. «Результаты, полученные нами, свидетельствуют, что планетные системы нередко бывают крайне нестабильны, и планеты в результате различных коллизий могут быть отброшены далеко в сторону от звезды, в окрестности которой родились», – отмечает исследователь из НАСА Дэвид Беннетт. Особенно часто эта судьба ожидает небольшие планеты. Сформировавшиеся рядом с ними планеты-гиганты, подобно кукушатам, вышвыривают их из «родного гнезда».

Планетолог Дэвид Стивенсон из Калифорнийского технологического института считает, что на одиноких планетах размером с нашу Землю вполне может существовать вода в жидком виде, если они окружены водородной атмосферой, сберегающей тепло. «В таком случае температура их поверхности лежит выше точки замерзания воды, и там могут простираться целые океаны», – отмечает он в интервью журналу «Nature». И на таких планетах даже может сохраниться жизнь, полагает Дэвид Беннетт.

Пока астрономам остается лишь строить догадки, ведь имеющаяся в их распоряжении аппаратура практически не позволяет выявить планеты, сравнимые по своим размерам с Землей и тем более Меркурием или Марсом. Как правило, сейчас удается обнаруживать лишь гигантские экзопланеты. Поэтому небольшие небесные тела, блуждающие по просторам космоса вдали от звездных систем, еще долгое время могут оставаться незамеченными.

Очевидно, с появлением космических телескопов нового поколения уже в следующем десятилетии, в начале 2020-х годов, астрономы начнут планомерный поиск планет, отбившихся от своих звезд. А что если и в окрестности Солнца когда-то располагались не только восемь известных нам сегодня больших планет, но и другие планеты, которые не удержались на своих орбитах и покинули Солнечную систему? Этакие «Фаэтоны», полетевшие не к Солнцу, а на огонь далеких звезд?

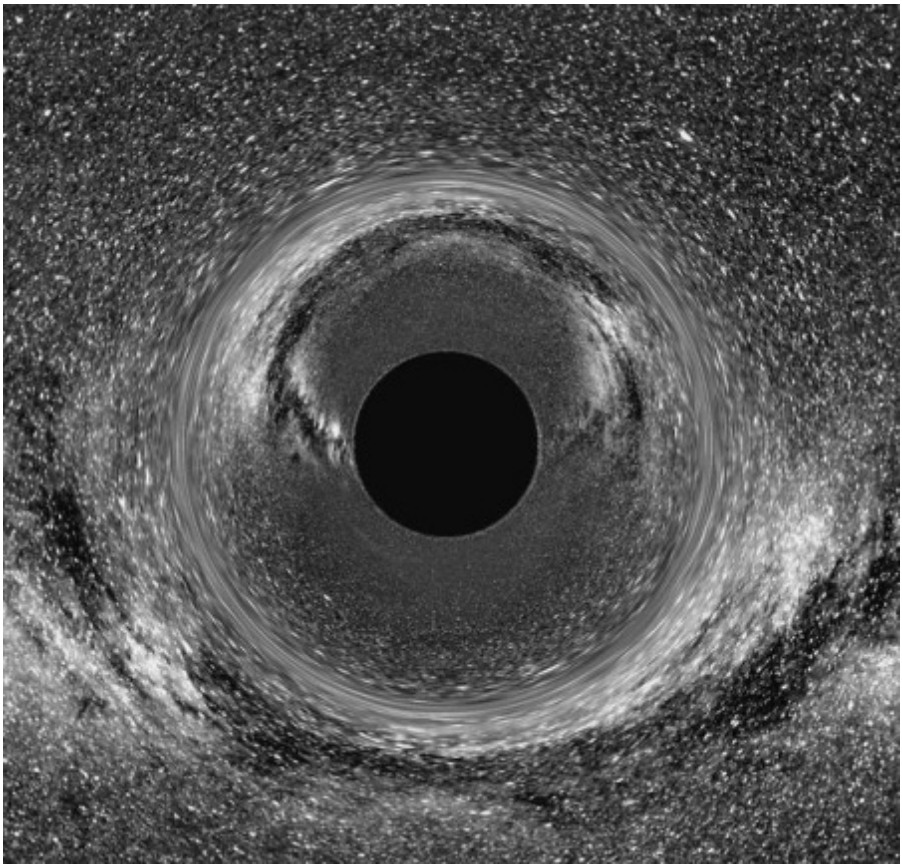
А кстати, могут ли одинокие планеты перелетать из одной галактики в другую? В 2010 году астрономы обнаружили уникальную планету HIP 13044b. Похоже, она сформировалась за

пределами Млечного Пути, отмечают исследователи на страницах журнала «Science». Эта планета весит примерно в 1,25 раза больше, чем Юпитер, и обращается вокруг очень старой звезды HIP 13044, которая уже превратилась в красного гиганта. Обе они – и планета, и звезда – входят в состав карликовой галактики, поглощенной Млечным Путем от 6 до 9 миллиардов лет назад. Так что вместе с подобными галактиками, которые пополнили наш «звездный остров», нам достался и мир их планет. И, скажут оптимисты, инопланетяне их тоже.

Загадки черных дыр

Черные дыры настолько загадочны, что даже Альберт Эйнштейн не верил в то, что их можно отыскать где-то в космической дали. Само их существование, впрочем, следовало из его теории относительности. Однако на протяжении полувека черные дыры считались чем-то вроде блистательной и безответственной игры ума. Результатом математических экзерсисов, которые не имеют отношения к реальности.

В 1916 году немецкий астроном Карл Шварцшильд, анализируя эту теорию, сделал поразительное открытие: на определенном расстоянии от звезды время и пространство… могут меняться ролями. Пространство становится временем, а время – пространством. Во всяком случае, так гласили сухие математические формулы. Эти метаморфозы приключаются лишь со звездами, чей радиус крайне мал. Например, объект, масса которого равна массе Солнца, должен сжаться до радиуса, равного трем километрам, – только тогда он минует эту магическую границу превращений. Для Земли «радиус Шварцшильда» составляет всего 9 миллиметров. Но вряд ли в природе существуют столь крохотные тела, наделенные громадными массами. Этим все и успокоилось. На время.



Существование черных дыр следовало из теории относительности

Между тем было уже известно о существовании необычайно компактных звезд большой массы – «белых карликов». В 1930 году некий молодой человек, Субрахманьян Чандрасекар, путем вычислений установил, что звезды, чья масса не превышает 1,4 массы Солнца, в конце своей жизни превращаются в белых карликов размером с нашу планету. Что касается более массивных звезд, то под действием собственной силы тяжести они вроде бы должны неудержимо сжиматься. Процесс, который и вообразить трудно. Недаром ряд известных ученых высмеял гипотезу индийского студента, который впоследствии стал видным астрофизиком и лауреатом Нобелевской премии.

Однако в 1939 году американский физик Роберт Оппенгеймер вместе со своим учеником Хартлендом Снайдером доказали, что если масса звезды слишком велика, то никакая сила не способна остановить гравитационный коллапс. Идея Чандрасекара подтвердилась. Загадочный объект, полученный Шварцшильдом путем математических выкладок, обрел физический смысл.

Когда звезда сжимается, то в непосредственной близости от

нее сила ее притяжения возрастает до невероятной величины. Пространство вокруг такой звезды все сильнее искривляется. Как только ее радиус становится меньше радиуса Шварцшильда, пространство, окружающее ее, смыкается, становится непреодолимым барьером. Никакое излучение, никакие частицы не могут вырваться из этой гравитационной ловушки. Звезда отгораживается от всего мироздания. Она становится невидимой. Как говорят астрофизики, она скрывается за «горизонтом событий», который можно представить себе в виде воображаемой сферы, что окружает «застывшую звезду» – черную дыру, как ее станут именовать впоследствии (это название придумал в 1967 году американский физик Джон Арчибальд Уилер). Радиус горизонта событий никогда не уменьшается. Черная дыра может только расти.

Лишь в 1971 году была обнаружена первая предполагаемая черная дыра – Cygnus X-1 в созвездии Лебедя. В наши дни астрофизики убеждены, что в центральной части большинства галактик нашей Вселенной притаилась громадная черная дыра – словно неумолчное сердце этого многозвездного (многоклеточного, сказал бы мистик) организма. Есть она и в центре Млечного Пути. Но механизм зарождения подобных монстров пока еще не ясен.

Возможно, их зародыши появились уже в первые доли секунды после Большого взрыва. Их масса могла быть очень малой. Быть может, галактики с самого начала формировались вокруг этих неоднородностей? По другой гипотезе, черные дыры возникли в первые сто миллионов лет из случайных колебаний плотности в первородном газе. Быть может, черные дыры и звезды зарождаются практически по одному и тому же сценарию? Молекулярные облака сжимаются под действием гравитационных сил. Малые облака образуют звезды, а большие – громадные черные дыры. А может быть, сверхмассивные черные дыры зарождались в результате коллапса крупных звездных скоплений, возникших посреди галактик? А не образовались ли они при столкновениях первых галактик? Хотя подобные катастрофы все же редки, а количество черных дыр во Вселенной – поразительно велико.

Наблюдается интересная закономерность. Чем больше галактика, тем крупнее черная дыра, притаившаяся посредине, а значит, тем меньше шансов на зарождение новых звезд. Очевидно, черные дыры не позволяют галактикам беспредельно расширяться; они придают им форму – очерчивают их, подобно тому, как черная дыра смерти отчетливо очерчивает личность человека.

«Изучая галактики, мы убедились, что масса черных дыр, расположенных в их центральной части, пропорциональна массе их звезд, – отмечает французский астроном Эмануэль Дадди. – Но мы не понимаем, почему». Похоже, что возникновение звезд и галактик, с одной стороны, а также черных дыр – с другой, протекало параллельно, что удивляет исследователей. По-видимому, в раннюю эпоху существования нашей Вселенной в ней наблюдались какие-то процессы, которые и привели к одновременному развитию и галактик, и черных дыр.

И почему все-таки масса галактики непременно соотносится с массой расположенной посреди нее черной дыры? Откуда галактике известно, сколько в ней звезд? И откуда она знает, из скольких звезд должна состоять, чтобы уравновесить силу притяжения черной дыры? Как отмечает американский астроном Марк Дикинсон, «мы видим, что существует связь между черными дырами и галактиками, в которых они располагаются, но мы не понимаем, что обуславливает эту связь». Очевидно, черные дыры и галактики сообща развивались и каким-то образом «знали» друг о друге. Но как это происходило? На этот вопрос ученые пока не могут дать ответ.

В последние годы астрономы, используя космические обсерватории «Чандра» и «Спитцер», ведут перепись черных дыр. Как удалось установить, масса некоторых из них, расположенных в центре галактик, в миллиарды раз превышает массу Солнца. Так, в 2009 году американские астрономы Йенс Томас и Карл Гебхардт определили, что черная дыра в галактике М 87 весит в 6,4 миллиарда раз больше, чем Солнце. Теоретически масса подобных объектов может превышать 10 миллиардов солнечных масс.

Что же касается «классических» черных дыр, описанных Оппенгеймером и Снайдером, то есть объектов, которые образовались в результате коллапса звезды, то они гораздо меньше тех, что простерлись в центре галактик. Их невозможно наблюдать непосредственно. Лишь по косвенным признакам можно догадаться об их присутствии в той или иной части космоса.

Допустим, черная дыра притаилась рядом со звездой, образуя вместе с ней двойную звездную систему. Тогда она выдает себя мощным рентгеновским излучением, которое возникает, когда с поверхности звезды в ее сторону переливается, стремительно разогреваясь, поток вещества. Подобные двойные системы наблюдаются не только в нашем Млечном Пути, но и в соседних галактиках. Впрочем, астрономы, изучающие источники рентгеновского излучения, не всегда могут отличить нейтронную

звезду от черной дыры.

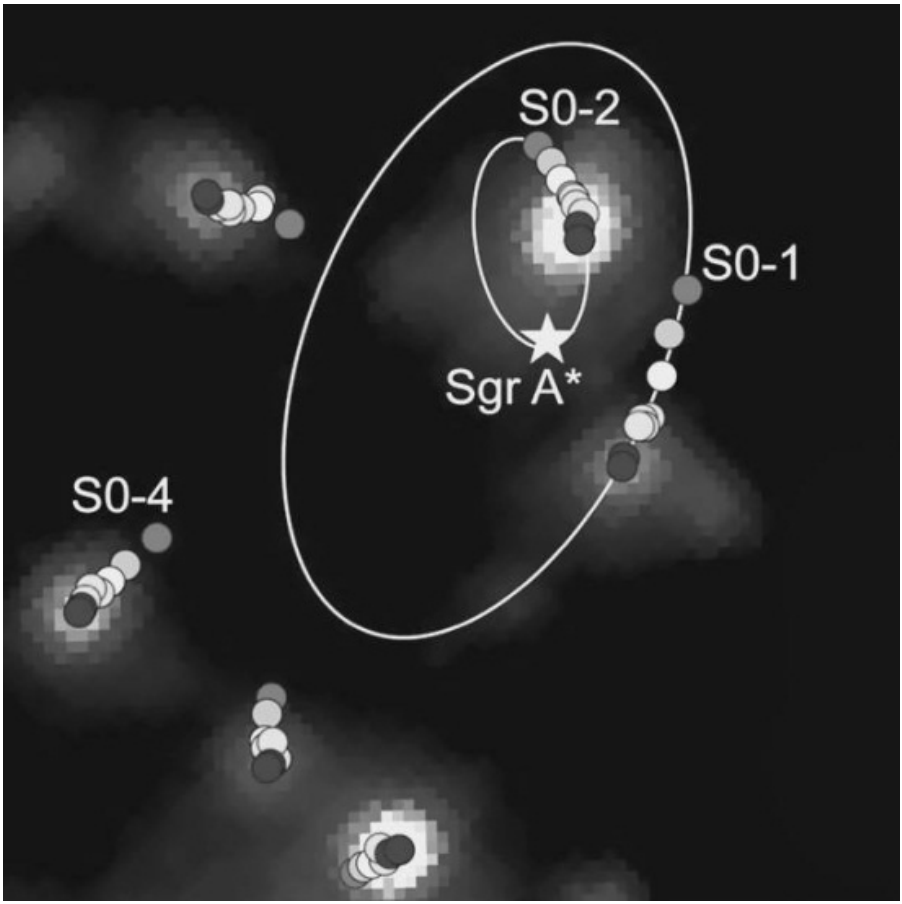
Самая маленькая черная дыра была открыта в 2008 году. Ее диаметр составил всего 24 километра, а масса лишь в 3,8 раза превысила солнечную массу. Астроном из НАСА Николай Шапошников обнаружил ее в созвездии Жертвенника, на расстоянии 10 тысяч световых лет от Земли. Вместе со звездой по имени XTE J1650—500 она образует двойную звездную систему. По расчетам, минимальная масса черной дыры должна составлять примерно 1,7–2,7 солнечные массы.

Что находится в центре млечного пути?

Еще в начале XX века астрономы полагали, что Солнце пребывает неподалеку от центра некой космической туманности, по ту сторону которой простирается беззвездная пустота – «великий Тихий океан космоса». Лишь точные наблюдения за перемещениями звезд помогли американскому астроному Харлоу Шепли в 1918 году определить, где находится подлинный центр нашей Галактики. Как оказалось, он расположен позади темного облака, лежащего в созвездии Стрельца.

На фотографиях, сделанных в сантиметровом диапазоне, перед нами проступает некий расплывчатый сгусток шириной в несколько световых лет. Именно эти клубы ионизованного газа, окружающие центральную часть Галактики, мешали астрономам вглядеться в нее – подобно тому, как атмосферная рябь не дает наблюдать за отдаленными звездами с поверхности нашей планеты. «Рябь», заслоняющая от нас центр Галактики, рассеивается по мере того, как мы смещаемся в коротковолновую часть диапазона наблюдения. Мы все отчетливее видим облако, в котором газовые массы, кружа по спирали, устремляются куда-то в центр, где сияет яркое пятно.

С повышением разрешающей способности телескопов удалось точнее оценить размеры этого объекта, который поначалу представлялся лишь облаком, испускавшим мощное радиоизлучение. Начиная с 1992 года, астрономы исследовали в инфракрасном диапазоне окрестности Стрельца A* (Sagittarius A*, или Sgr A*). На сделанных фотографиях (инфракрасное излучение в определенном диапазоне может пробиться сквозь облачную завесу) отчетливо видны стайки звезд, кружащие возле Sgr A*. Их траекторию можно определить, а значит, и вычислить ту неимоверную силу, что притягивает их к себе. Эта сила так велика, что даже скопления нейтронных звезд было бы недостаточно, чтобы создать такое гравитационное поле.



Изображение звездного кластера Sgr A* в центре нашей Галактики

Наблюдения засвидетельствовали, что там, в центральной части Галактики, сосредоточена громадная масса вещества. Объяснить это можно было лишь наличием там черной дыры. Первоначально ее размеры оценили примерно в 2,7 миллиона солнечных масс. Измерения в инфракрасном и рентгеновском диапазоне показали, что этот объект поразительно быстро вращается.

Позднее, тщательно изучив траектории и скорость движения расположенных поблизости звезд, астрономы определили, что там, на участке диаметром «всего» 12 миллионов километров, простирается черная дыра, чья масса ориентировочно в 4,3 миллиона раз превышает массу Солнца.

Итак, теперь нам известно, что посредине нашей Галактики, на расстоянии 26 тысяч световых лет от Земли, расположена огромная черная дыра Стрелец A* – «ненасытная звездная смерть», пожирающая все, что приблизится к ней. Там, на небольшом участке пространства, скопилась такая масса

вещества, что его хватило бы на миллионы звезд. И ведь когда-то многое в этом черном чреве Галактики было звездами. Прожив свою блистательную жизнь, все они исчезли в этом «мире ином». Уже первые наблюдения за этой областью Млечного Пути показали, насколько неуютно жилось бы там, если бы наше Солнце и впрямь пребывало в центре Галактики. Там, где одна катастрофа спешит настичь другую, где воцарился хаос и где гибель звезд – такое же будничное событие, как и гибель солдат на фронте. Там, где потоки космического излучения выжигают поверхность всех еще находящихся там планет. Нет, слово «неуютно» здесь не вполне подходит – «невозможно»!

Подобные исследования порождают у ученых все новые вопросы. Они удивляются, например, тому, что в окрестности черной дыры обнаружены молодые звезды. Как они появились здесь? Несомненно, что они не могли сформироваться там, где сейчас находятся. Действие приливных сил, создаваемых черной дырой, так велико, что нарождающиеся звезды были бы сразу разорваны ими. С другой стороны, эти звезды слишком молоды, а потому у них было мало времени, чтобы перебраться в эту часть Галактики издалека. Итак, они не могли ни родиться здесь, ни перекочевать сюда. Откуда же они взялись?

Кроме того, в ноябре 2004 года астрономы пришли к выводу, что центральная черная дыра в нашей Галактике, по всей видимости, вовсе не одинока. Как оказалось, среди группы звезд GCIRS 13E, расположенной на расстоянии всего трех световых лет от Sgr A*, похоже, скрывается еще один гравитационный монстр – черная дыра, которая весит примерно в 1300 раз больше, чем Солнце. Ее судьба пока не ясна ученым. Возможно, со временем она сольется с черной дырой, лежащей в центре Галактики. А может быть, попытается убежать от нее? Или они будут двигаться и впредь параллельным курсом?

Но вернемся к главной бездне нашей Галактики. Миллионы звезд могли бы выпорхнуть из этой космической темницы, если бы та рухнула, но она все пополняется новыми узниками Стрельца A*. Перед тем, как исчезнуть, обреченные звезды и клубы газа и пыли на какое-то время попадают в «камеру смертников» – скапливаются в так называемом аккреционном диске, расположенном вокруг экватора черной дыры. Этот диск напоминает кольцо, окружающее планету Сатурн, – только он очень разогрет по сравнению с ним. Кроме того, динамика процессов, протекающих в окрестностях черной дыры, так сложна, что часть вещества, приблизившегося к ней, все же ускользает из этой ловушки – выбрасывается в виде двух мощных струй (джетов). Так, звезды, как ни сбиваются они в стайки в

преддверии черной дыры, редко проскальзывают туда. В иных галактиках струи вещества, выброшенного в стороны от центральной черной дыры, вообще тянутся через всю галактику.

Сама черная дыра Sgr A* так же безостановочно кружится, как и ее жертвы, исполняя свой Todestanz – свою «пляску смерти». Вообще же, эта «хищница», пребывающая в центре нашей Галактики, на своем царственном месте, ведет себя на удивление спокойно – она, словно лев или пантера, почивает после удачной охоты. Многие исследователи полагают, что в далеком прошлом эта черная дыра проявляла куда большую активность, нежели теперь.

Возможно, она скоро пробудится и начнет глотать звезду за звездой, пополняя запас сил. Галактика в таком случае кажется подобием джунглей или саванны, где притаившийся зверь – этакая «черная пантера космоса» – иногда бросается на стаю зазевавшихся звезд, душит одну, другую, пожирает, а потом вновь прячется среди ветвей, по которым клочьями тумана свешивается межзвездный газ, мешая заметить «хищницу». «Быть может, нечто подобное происходит каждые десять тысяч лет, – полагает немецкий астроном Андреас Эккарт. – Такое яркое зрелище – это поистине что-то незабываемое». От одного лишь гравитационного «удара» бедные звезды рассыпаются, и их истерзанные тела – эти клубы растекшегося газа – будут всасываться черной дырой, словно тельца устриц. Во время подобной трапезы будущие поколения астрономов поведут наблюдения за ней в инфракрасном, радио– и рентгеновском диапазонах – в них агония жертв отразится во всей своей красочной жути и прелести, словно бог смертоликий Танатос рождается в эти мгновения среди мрака черной дыры, сияя всеми бликами и переливами космической смерти.

Какое счастье, что нам не суждено жить в центре Галактики! В звездной империи, как в людской истории: «Если выпало в Империи родиться, лучше жить в глухой провинции у моря» (Иосиф Бродский) – там, куда не долетит ликующий, смертоносный свет, куда не простирается мрак царственного существования.

В поисках черных дыр средних размеров

В глубинах космоса скрываются «могильные поля» прошлого. Это – черные дыры. Долгое время их принято было делить на два класса.

Одни образовались на месте взорвавшихся звезд. Их масса составляет, по расчетам ученых, от 3 до 100 солнечных масс, а диаметр – от 20 до 600 километров. В каждой крупной галактике подобные объекты исчисляются миллионами. Как правило, за ними невозможно наблюдать с помощью приборов, которыми располагают современные астрономы, – ведь эти черные дыры не поглощают громадные облака газа. Чаще всего они потихоньку добывают себе пропитание у ближайшей звезды, пожирая ее, словно пауки, которые, к слову, как и эти черные дыры, прячась от чужих глаз, поедают добычу, угодившую к ним в сети. Астрономам известно много звездных пар, где один из объектов – черная дыра, которая постепенно губит свою соседку-звезду.

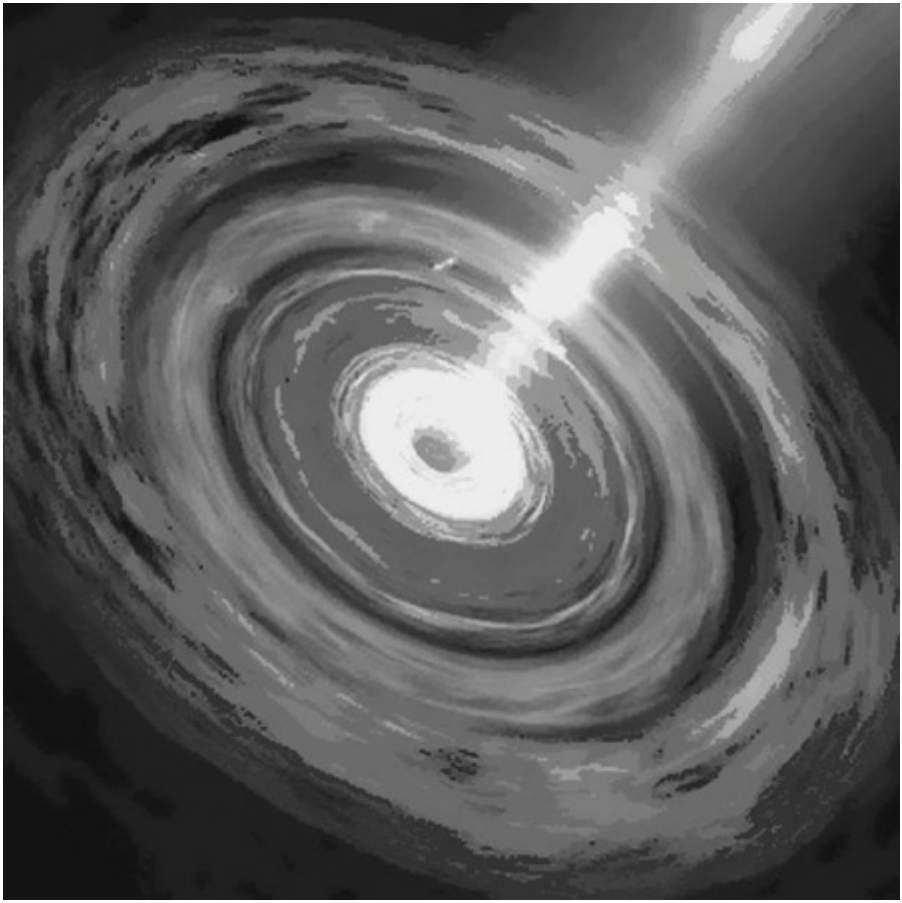
Другие черные дыры – это, наоборот, невероятные исполины. Они, словно громадный костяк, стягивающий воедино рыхлое тело галактики, покоятся в глубине каждой. Их масса – от миллиона до 10 миллиардов солнечных масс. В поперечнике они могут достигать от 5 до 60 000 миллионов километров. Их присутствие можно обнаружить, наблюдая за движением звезд и газовых облаков, расположенных в их окрестностях. Если какая-либо звезда окажется в непосредственной близости от этого гравитационного монстра, то мощные приливные силы буквально разорвут ее на части. Ее остатки, перемещаясь по спирали, рано или поздно низвергнутся в недра черной дыры.

Но что разделяет эти два класса черных дыр? Что располагается между ними в когорте «гравитационных ловушек»?

С точки зрения теоретиков, должны были существовать и черные дыры средних размеров. Их масса составляет от 100 до миллиона солнечных масс, а диаметр – от 6000 до 600 тысяч километров. Само присутствие в галактиках сверхмассивных черных дыр давало надежду на то, что подобные средневесы есть (или хотя бы имелись в прошлом). Ведь не были же эти исполины изначально такими огромными!

Но где искать черные дыры средних размеров? Когда они могли существовать? И сохранились ли они еще и теперь, в современных нам галактиках? Лишь в последние годы удалось доказать, что эти черные дыры – не выдумка ученых, а

реальность.



В современной Вселенной редко встречаются черные дыры средних размеров

Согласно компьютерным моделям, подобные объекты чаще всего зарождались в молодых галактиках, на заре существования нашей Вселенной. Ведь через 1–2 миллиарда лет после Большого взрыва было множество очень массивных звезд, которые жили очень недолго. После их скорого коллапса возникали черные дыры, весившие зачастую в несколько десятков раз больше, чем Солнце. В плотных звездных скоплениях они могли поглощать огромное количество газа. Кроме того, они нередко сталкивались со звездами или другими черными дырами – и потому росли, росли. «Победители получали всё».

По другой гипотезе, важную роль играло появление парных систем, состоявших из двух черных дыр. Ведь во Вселенной существует множество звездных пар. После того, как обе звезды пережили коллапс, возникала система, состоявшая из двух расположенных рядом черных дыр. Рано или поздно они

сливались друг с другом. Как полагают астрофизики, во время этих коллизий излучались гравитационные волны. Их пытаются обнаружить сейчас с помощью самых современных детекторов. Возможно, именно эти события вызывают кратковременные вспышки гамма-излучения в отдаленных частях Вселенной, за миллиарды световых лет от Земли.

Итак, черные дыры средних размеров не возникают мгновенно, при коллапсе какой-либо звезды. Они разрастаются постепенно. Точно так же формировались галактики – по иерархическому принципу. Звездные скопления объединялись, образовывали карликовые галактики. При их слиянии возникали спиральные галактики; наконец, формировались громадные эллиптические галактики. Одновременно соединялись и увеличивались в размерах черные дыры, располагавшиеся внутри этих скоплений и галактик. Это объясняет, например, почему масса громадных черных дыр пропорциональна светимости их родных галактик. Если эта теория верна, то не удивительно, что в современной Вселенной так редко встречаются черные дыры средних размеров. Большинство из них давно поглощено их громадными наследницами. Однако в молодых галактиках, по-видимому, продолжается формирование черных дыр-средневесов.

Обнаружить их можно так же, как и другие черные дыры, – по особенностям движения звезд и газопылевых облаков, их окружающих. Динамика звезд – надежный индикатор их присутствия. Впрочем, на больших расстояниях, – а молодые галактики, как правило, находятся очень далеко от Земли, – за ними трудно вести наблюдение. Поэтому астрономы уделяют большое внимание мощным рентгеновским вспышкам, которые выдают присутствие черных дыр. Мощность этих необычайно ярких вспышек составляет порядка 1032 ватт в секунду.

Первые ультрамощные рентгеновские вспышки были зафиксированы в 1980-е годы обсерваторией «Эйнштейн», выведенной на околоземную орбиту в 1978 году. Впоследствии другие рентгеновские обсерватории – ROSAT, RXTE, «Ньютон» и особенно «Чандра» – обнаружили сотни подобных объектов.

В большинстве галактик, как и в нашем Млечном Пути, подобные источники излучения не обнаружены; в других, как правило, отмечено лишь по одному такому источнику. Чаще всего их регистрируют в тех галактиках, где продолжаются процессы бурного звездообразования, или в галактиках, которые испытывают силу притяжения расположенной поблизости огромной галактики.

Согласно опубликованному недавно перечню, включающему 475 кандидатов в ультрамощные рентгеновские источники, 307

из них обнаружены в 142 спиральных галактиках, а 168 – в 98 эллиптических галактиках, хотя последние встречаются вдвое чаще спиральных. Это опять же указывает на связь между ультрамощными источниками и процессами образования звезд, поскольку в эллиптических галактиках звезды зарождаются реже. (Разумеется, не все эти источники являются черными дырами средних размеров. В некоторых случаях речь идет, например, о недавно вспыхнувших сверхновых звездах.)

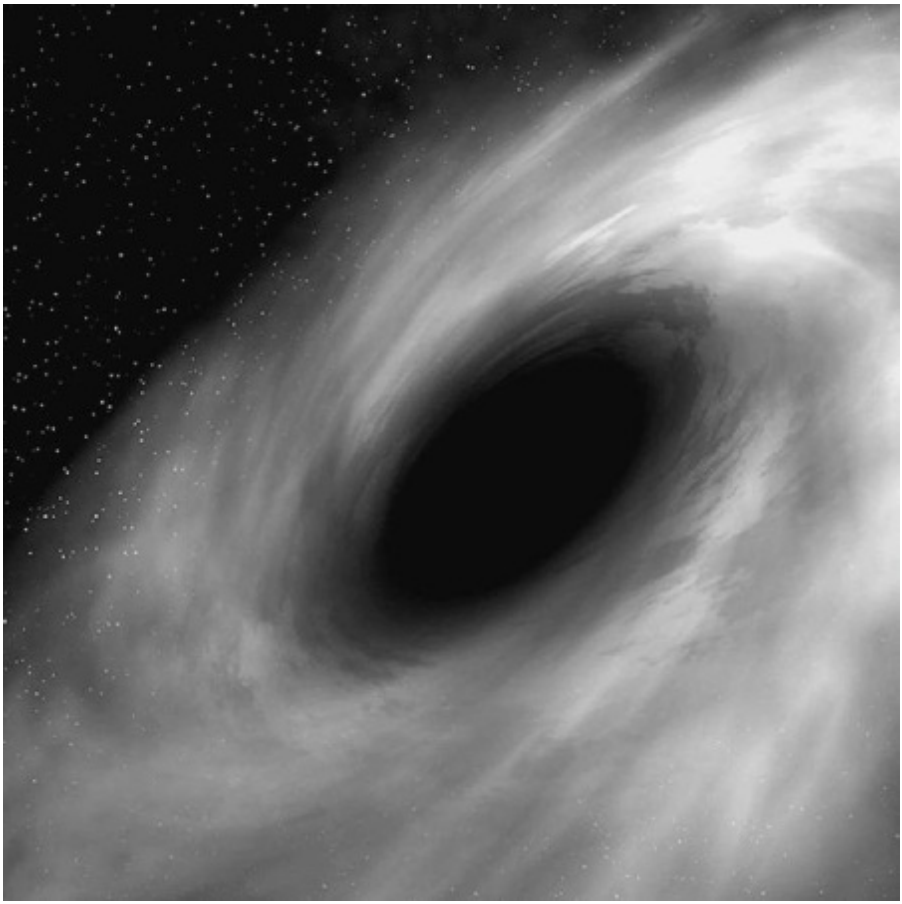
В карликовых галактиках тоже можно обнаружить черные дыры средних размеров. Это делает «карликов» точными копиями больших галактик и лишний раз свидетельствует о том, что последние, вероятно, образовались за счет их слияния и поглощения. Так, наблюдая за движениями звезд в эллиптической карликовой галактике POX 52, расположенной на расстоянии 300 миллионов световых лет от Земли, Аарон Барт из Калифорнийского технологического института убедился, что там прячется черная дыра, которая весит в 160 тысяч раз больше, чем Солнце. Похожую черную дыру – только немного поменьше (70 тысяч солнечных масс) – телескоп «Хаббл» обнаружил и в проявляющей активность карликовой галактике SDSS J160531.84 + 174826.1.

В последнее время много говорится о том, что подобная черная дыра есть и в нашей Галактике. В 2004 году Брэд Хансен из Калифорнийского университета и Милош Милосавлевич из Калифорнийского технологического института предположили, что среди звездного скопления GCIRS 13E, расположенного на расстоянии трех световых лет от галактического центра, скрывается небольшая черная дыра (1300 солнечных масс). Как полагают астрономы, уже в этом десятилетии, анализируя движение звезд в центральной части Галактики, можно будет доказать или опровергнуть эту гипотезу. Вполне может быть, что черные дыры средних размеров никуда не исчезли из нашей Галактики, а продолжают пополнять «закрома» той громадной черной дыры, что притаилась посредине Млечного Пути.

Испаряются ли черные дыры?

С точки зрения общей теории относительности, срок жизни, отпущенный черным дырам, бесконечно велик. Так считали много лет, пока британский физик Стивен Хокинг не исследовал их по законам квантовой механики (законы эти действуют в мире элементарных частиц). До тех пор не удавалось свести воедино общую теорию относительности и квантовую механику. И все же Хокинг попытался это сделать и столкнулся с поразительным эффектом. Он обнародовал свои выводы в 1975 году; попробуем о них рассказать.

Для физика вакуум – это нечто иное, чем пустота, чем ничто. В вакууме беспрерывно рождаются и гибнут элементарные частицы. Их называют виртуальными, поскольку они существуют лишь краткие мгновения. Виртуальные частицы всегда возникают попарно. Когда подобная пара частиц образуется в непосредственной близости от черной дыры, на границе горизонта событий, то под действием гравитации уже через 10—24 секунды эта пара распадается. Одна из частиц исчезает в недрах черной дыры, а другая успевает ускользнуть. Получая энергию извне, эта частица из виртуальной становится реальной. Удаляясь от черной дыры, она только увеличивает свою энергию. Поток подобных частиц и называется «излучением Хокинга»; он позволяет обнаружить присутствие поблизости черной дыры. Первой же частице следует соответственно приписать отрицательную энергию. В таком случае, по знаменитому закону Эйнштейна ($E = mc2$), с ее появлением внутри черной дыры та не только теряет некоторое количество энергии, но и ее масса уменьшается на величину, исчисленную по этой формуле. Со стороны это выглядит так, словно черная дыра «испаряется», постепенно уменьшаясь в размерах. Гигантские черные дыры испускают в основном такие частицы, как фотоны и нейтрино. В спектре небольших черных дыр присутствуют и тяжелые частицы.



Излучение Хокинга позволяет обнаружить присутствие черной дыры

Итак, черные дыры тоже убывают в размерах. Впрочем, процесс этот протекает очень медленно. Возьмем, например, черную дыру, что весит в три раза (всего в три раза!) больше нашего Солнца. Пройдет 1067 лет, прежде чем она испарится почти полностью. Что означает этот промежуток времени? Он примерно в 1057 раз превышает теперешний возраст Вселенной.

На месте черной дыры может остаться лишь крохотный, но стабильный сгусток размером порядка 10—33 сантиметра, что соответствует известной константе – так называемой длине Планка. Возможно, подобные «сгустки» – реликты бывших черных дыр – образуют новый, не известный науке тип элементарных частиц. Пока их существование не доказано, но ученые уже подобрали им многочисленные имена: «максимоны», «планкеоны», «информоны», «инфотоны» или «корнукопионы» (от английского cornucopia, «рог изобилия»).

Тогда же, в начале 1970-х годов, Стивен Хокинг первым предположил, что помимо громадных черных дыр, возникающих

на месте взорвавшихся звезд, на ранней стадии развития Вселенной могли существовать и миниатюрные («примордиальные», как их еще называют) черные дыры. Они образовались сразу после Большого взрыва на тех участках пространства, где локальная плотность массы и энергии была необычайно высока. Согласно расчетам, через тысячную долю секунды после Большого взрыва плотность этих «сгустков» превышала плотность атомного ядра.

Анализ космического фонового излучения подтверждает, что такие флуктуации и впрямь появлялись. Это стало причиной зарождения звезд, галактик и, может быть, миниатюрных черных дыр. Не будь этих флуктуаций, вероятно, вещество и теперь было бы равномерно распределено во Вселенной.

Масса миниатюрных черных дыр, как показали расчеты, составляла в среднем 1018 граммов, или 10—15 солнечных масс. Это соответствует массе какой-нибудь земной горы. Радиус горизонта событий подобного объекта равнялся 10—12 метров. Таким образом, примордиальные черные дыры имели субатомарный размер.

Опять же, согласно расчетам, чем меньше масса черной дыры, тем быстрее та испаряется, поскольку сила ее притяжения не так велика и все больше и больше частиц улетучивается. При этом возрастает и ее температура. Миниатюрная черная дыра буквально пышет жаром. В конце концов она разогревается до температуры в несколько миллионов кельвинов. При ее испарении выделяется энергия, сопоставимая со взрывом нескольких миллионов водородных бомб. Продолжительность жизни миниатюрных дыр составляет около 13,5 миллиардов лет. Вполне возможно, что сейчас они одна за другой испаряются, и грандиозные гамма-вспышки, которые иногда наблюдают астрономы, – это живое свидетельство их испарения. Впрочем, доказать эту гипотезу пока не удалось.

Что же касается черных дыр, которые образовались на месте взорвавшихся звезд, то они, наоборот, очень холодные, а потому интенсивность их излучения мала, они медленно уменьшаются в размерах. Так, температура черной дыры, чья масса в 10 раз выше массы Солнца, составляет всего несколько миллиардных долей кельвина. Эта черная дыра значительно холоднее окружающего ее пространства (средняя температура в ее окрестностях – около 4 кельвинов). Она, очевидно, разогревается, увеличивая при этом свою массу. В итоге, как уже говорилось, продолжительность жизни такой черной дыры больше возраста самой Вселенной.

Итак, излучение Хокинга доказывает, что черные дыры все-таки не являются абсолютно черными. Еще в 1960-е годы

некоторые физики пришли к выводу, что почти вся информация о теле, угодившем в черную дыру, теряется. Могут уцелеть лишь сведения о его массе, моменте количества движения и электрическом заряде.

«Эта потеря информации отнюдь не представляла собой проблемы для классической физики, – вспоминает Стивен Хокинг. – Согласно традиционным представлениям, черная дыра живет вечно, и можно предполагать, что информация сохранится в ее недрах, хотя и останется не очень-то доступной. Ситуация изменилась, когда я открыл, что черная дыра вследствие квантовых эффектов испускает излучение. Делая допустимое приближение, можно предположить, что это излучение является полностью тепловым, а значит, не может нести в себе никакой информации. Что же произойдет с той информацией, которая заключена в недрах черной дыры, когда та испарится и перестанет существовать?»

Если эта информация безвозвратно погибнет, значит, мир – в новейших прозрениях физиков – превратится в коварный хаос, где произойти может, что угодно, вопреки всяким правилам. Иными словами: не всякое конечное физическое состояние объекта будет однозначно соотноситься с его начальным состоянием.

Впоследствии появились гипотезы, согласно которым черные дыры все-таки должны содержать информацию о своих предшественниках – об объектах, из которых возникли. Излучение Хокинга может впитывать эту информацию и, рассеиваясь в пространстве, окружающем черную дыру, уносить ее с собой. Как заявил Хокинг: «Это позволит нам сделать вывод, что сохраняется и информация, попавшая в недра черной дыры; она оказывается на бесконечно далеком расстоянии от нее».

Бесконечность, в рассуждениях Хокинга принимающая все, что вырвалось из недр черной дыры, тем и хороша, что в ней можно не учитывать влияние самой черной дыры. Там на поведении частиц, излучаемых этой дырой, никак не сказываются флуктуации пространства-времени, создаваемые ей. Там классическая теория сохраняет свои права. С такой же убедительностью можно сказать, что и человек – сгусток информации, исчезающий в черной дыре смерти, – сохраняется на бесконечно далеком расстоянии от нее, от себя прежнего.

Можно ли совершить путешествие в черную дыру?

В научной фантастике встретишь и такое. «Корабль “Энтерпрайз”, безмолвно скользя, приближался к черной дыре – к этим звездным вратам, открывавшим путь в другую Вселенную…» Для ученых подобные фантазии звучали бессмыслицей. Ведь любой корабль, ненароком подобравшийся к черной дыре, будет поглощен ею. Будет буквально «измолот» в этой гравитационной ловушке, или, как в свое время иронично сказал Стивен Хокинг, «переработан на спагетти».

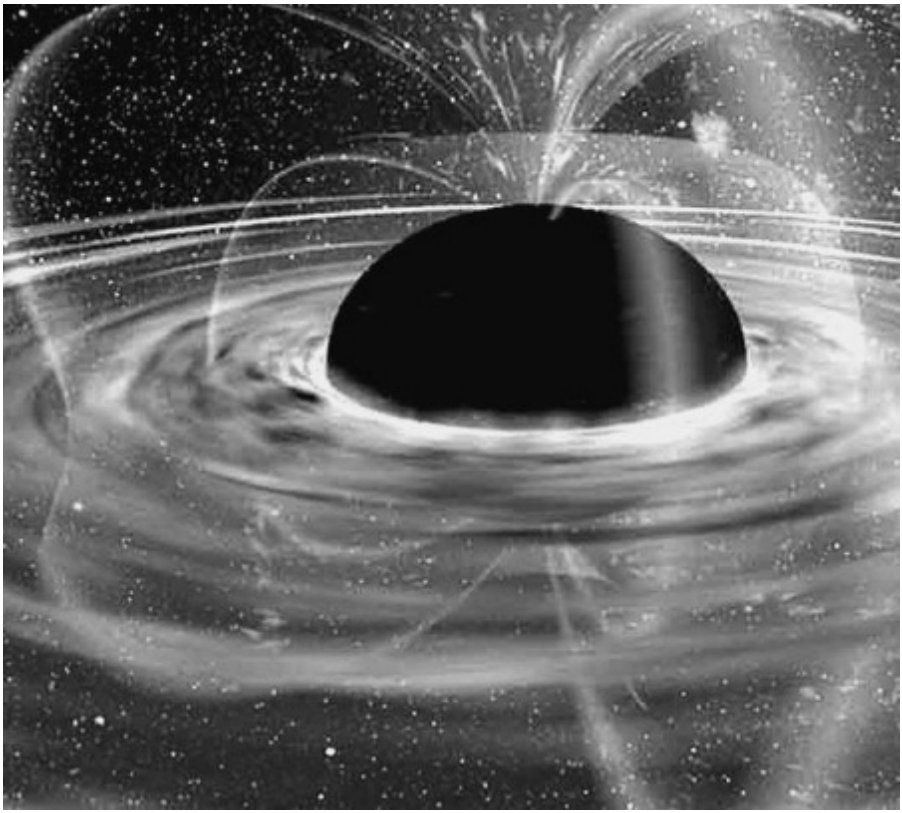
Однако новейшие расчеты показывают, что, даже погрузившись в эту бездонную пропасть, можно выжить, но произойдет это «при определенных условиях», отмечает российский астрофизик Игорь Новиков. Что же увидит человек, угодив в эти «недра преисподней», из которых как будто нет выхода?

Допустим, когда-нибудь космический корабль и впрямь приблизится к центру нашей Галактики, где находится черная дыра именно той разновидности, в которую может проникнуть исследователь. Согласно гипотезе Новикова, выжить можно лишь в недрах сверхмассивной черной дыры. Кроме того, должны быть соблюдены два следующих условия:

черная дыра должна совершать вращательное движение;

возраст ее должен быть достаточно велик.

Именно этим условиям отвечает черная дыра Стрелец A*, расположенная посреди Млечного Пути.



Некоторые ученые считают, что путешествие в черную дыру возможно при соблюдении некоторых условий

…Уже при приближении к ней – я пока ничего не чувствую! – прибор замечает что-то необычное. Почему дрогнула стрелка? Очевидно, откуда-то доносятся звуки, недоступные моему слуху. Как выяснили исследователи НАСА, черные дыры излучают акустические волны, напоминающие монотонное жужжание.

Вокруг – тысячи, десятки тысяч звезд, проваливающихся – сколько хватает взгляда – в эту пучину. Многие звезды, сталкиваясь друг с другом, как древние корабли, идущие на таран, крушатся, распадаются. Какие катастрофы! Звезды снежинками падают вниз. А космическая метель, кажется, все усиливается.

Неожиданно из мрачной воронки взлетают блики света, и над ее склоном растекаются яркие, искристые фонтаны. Лишь приглядевшись, я замечаю, что они пробиваются не из пучины, а из краев черной дыры – из этого бешено вращающегося диска, который окаймляет бездну, из аккреционного диска. Ведь черная дыра напоминает динамо-машину. Вокруг нее создается мощное магнитное поле. Когда напряжение становится слишком велико, эта «машина» сбрасывает пар – разряжается. Из ее окрестностей

тогда вырываются потоки элементарных частиц, пылая, как сотни миллиардов солнц.

Здесь, у края аккреционного диска, можно осмотреться и даже загадать, какой из предметов, скользящих рядом, скорее умчится в пучину. После нескольких ошибок придет озарение. Все, что движется медленнее частиц света, рано или поздно нырнет во мрак и исчезнет. Лишь лучи света будут монотонно кружить по краю диска – как кружат по дорожке стадиона велосипедисты, – по одной и той же линии, никуда не смещаясь, балансируя в преддверии смерти. Это порождает необычный эффект.

Мчась среди мириады фотонов, я начинаю видеть себя со стороны. Световые лучи, согнувшись в кольцо, вырисовывают впереди диковинную фигуру. У нее те же пропорции, что у меня, тот же костюм космонавта, та же застылая поза, такой же массивный затылок. Что за странный вид, что за совпадение… Господи, да где же я видел его раньше? Да это я сам, только вижу себя со спины. Перевожу взгляд, потираю глаза, пытаюсь прогнать наваждение, но опять и опять впереди движется та самая фигура.

Сколько может продолжаться кружение? Вот сейчас непременно корабль сделает роковой маневр и перемахнет через горизонт событий – наружный край черной дыры. Стоит пересечь эту воображаемую поверхность, и вернуться назад будет нельзя. За этой чертой нет ничего, кроме бездны. И сколько будет длиться падение в нее?

Это смотря куда падать! В иную черную дыру, прежде чем попадешь, тебя, как заметил Хокинг, и впрямь искрошит, как спагетти. Все дело в приливном эффекте.

«Когда ты падаешь в черную дыру, – поясняет американский астрофизик Нил де Грассе Тайсон, автор книги «Причина смерти: черная дыра», – сила гравитации сильнее воздействует на твои пальцы ног, чем на голову. В первые мгновения это даже приятно – ты словно выполняешь упражнение на растяжку. Но наступит момент, когда эта сила превысит силу молекулярных связей в твоем теле, – тот самый момент, когда ты будешь разорван пополам». Мало того! «Каждая из этих частей будет вновь разорвана пополам». Счет можно вести до бесконечности. «Мы, астрофизики, люди простые. Наш совет: избегайте черных дыр!»

Но все ли эти чудовища так ужасны? Когда масса черной дыры превысит несколько тысяч солнечных масс, космический корабль может беспрепятственно миновать горизонт событий. В такую черную дыру, как Стрелец A*, можно попытаться и заглянуть. Сам момент погружения я даже не замечу. Лишь взгляд на звездное небо выдает, что я проник в иной мир. Небо

сжалось, свернулось в кружок, поскольку сила гравитации заметно искривила пространство. Чем дальше я погружаюсь, тем меньше диаметр звездного неба. Оно буквально стягивается в овчинку.

Совсем иную картину будет наблюдать экипаж другого космического корабля, пребывающего в стороне от черной дыры и следящего за моим путешествием. Для этих космонавтов я внезапно прекратил двигаться. Мой корабль, как приклеенный, застыл на краю черной дыры, и эта картина сохраняется, как заставка на телеэкране в тот момент, когда прямая трансляция по какой-то причине прервалась. А в это время я навсегда исчезаю в космической пучине, тону в ней. Лишь моя вечная тень, отпечатавшаяся на краю черной дыры, никуда не исчезает. Линия, где расположилась тень, маркирует для постороннего наблюдателя точку отсчета наступившей для меня Вечности.

При погружении в черную дыру постепенно возрастает сила гравитации, а поскольку эта сила замедляет бег времени, оно течет все медленнее. Каждая секунда, как капля из опустевшего сосуда, неторопливо скатывается на мои часы, лишь изредка толкая стрелку. Зато время за пределами черной дыры помчалось, как лавина с горы. За доли секунды остынет Солнце – будто и не было семи миллиардов лет. За то же мгновение небо покроется новыми галактиками, растратив вчистую еще миллиарды лет. Стрела времени, недавно уходившая в вечность, для меня сжалась в точку. В этой точке уместится все, чему суждено быть «до скончания веков». А потом?

По всем расчетам, для меня должна наступить сингулярность – то особое состояние, выхода из которого нет. Сингулярность в центре черной дыры – средоточие нашего неведения. Там нарушаются законы физики. Температура и плотность возрастают до бесконечности, а время и пространство стремятся к нулю. Время останавливается. Все это – лишь результат математических выкладок. Никто не знает, что действительно происходит в центре черной дыры.

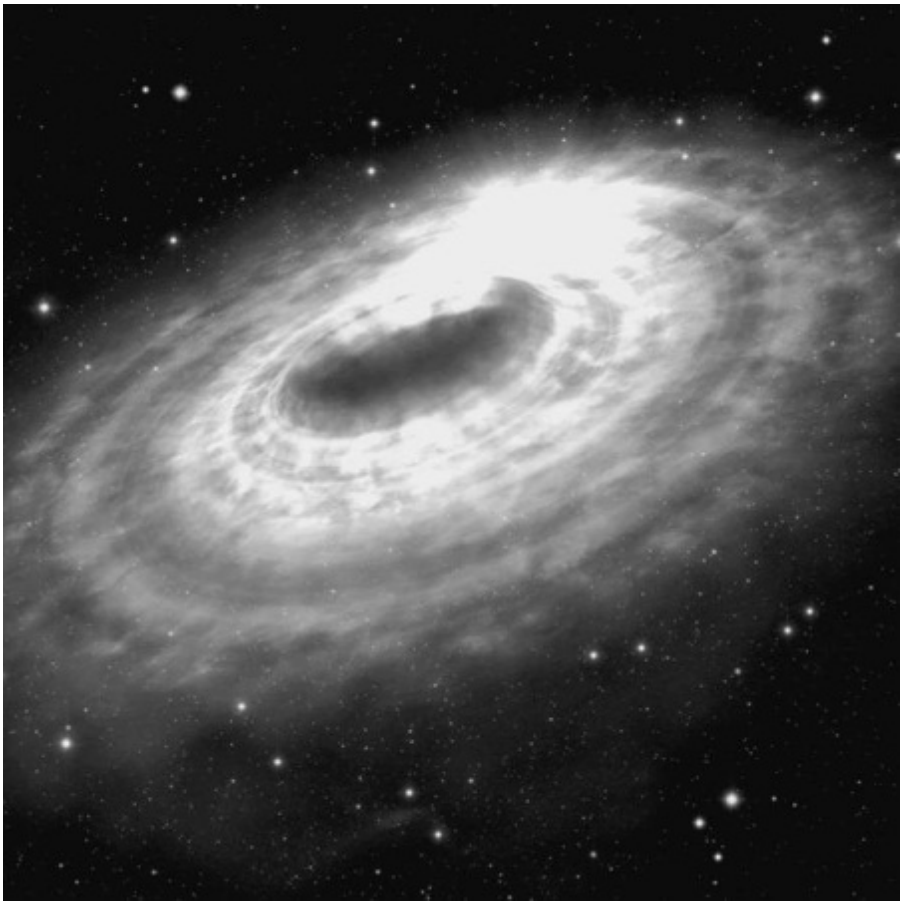
Ведущие физики мира давно пытались бороться с сингулярностью. Еще в 1976 году американский физик британского происхождения Фриман Дайсон предположил, что информация из нашей Вселенной может перетекать в другую Вселенную. Канал, соединяющий их, разверзается посреди черной дыры. Позднее к той же мысли пришли Стивен Хокинг и американский космолог Ли Смолин. Вот и Игорь Новиков обратил внимание на то, что во вращающихся сверхмассивных черных дырах со временем образуется неприметная вроде бы трещинка – та лазейка, сквозь которую можно из безвременья

вернуться в вяло текущую вечность. Эта трещинка – туннель, уводящий в белую дыру.
Куда?!

Существуют ли белые дыры?

Во вращающихся сверхмассивных черных дырах, как полагают некоторые астрофизики, образуется неприметная вроде бы трещинка – туннель, ведущий в так называемую белую дыру. В той черной дыре, что разрастается посреди Млечного Пути, она тоже возникла. Все, что попадает в Стрелец А*, с другой стороны вылетает… как вода из дырявого ведра. Но напрасно мы стали бы искать в окрестностях этой черной дыры куски просыпавшейся из нее материи. Мы ничего не обнаружим! «Все, что попадает туда, оказывается в другой Вселенной… еще до того, как будет поглощено черной дырой», – предполагает Игорь Новиков.

Произнести это легко. Вообразить – невозможно, как нельзя и вернуться назад. «Трещинка» – это туннель с односторонним движением. Из белой дыры не выбраться в нашу Вселенную. Если религиозно настроенные умы сравнивали уже черную дыру с адом, то белую дыру, может быть, и стоило бы назвать раем, но только ни из ада, ни из рая, выстроенных по законам физики, никому не суждено возвратиться, чтобы поведать, что там райское, а что – адово.



Белая дыра – это черная дыра наоборот

Если черные дыры без устали поглощают материю, белые дыры неустанно порождают ее. Одни пожирают целые миры, другие созидают новые миры. Воистину их симбиоз есть Начало и Конец, Альфа и Омега. Здесь могила Прошлого смыкается с колыбелью Будущего. Разумеется, это лишь гипотеза. Но почему бы не отправиться по ее следам?

…Возможно, космос и впрямь – один гигантский организм? Живой организм с присущими всему живому процессами? Поглощение, порождение, поглощение, порождение… Если это так, то закономерности его бытия мы только начинаем постигать.

Вот уже несколько десятилетий внимание ученых привлекают черные дыры. Сперва – предполагаемые объекты Вселенной, теперь – изучаемые. Для чего они, эти бездны, утягивающие в себя всю окружающую материю? Вселенная, словно страшный зверь, усеянный тысячами пастей, охотится за звездами, планетами, космической пылью… Конечно, это лишь образ, литературщина. Однако в работах некоторых исследователей Вселенная и впрямь оборачивается ненасытным чудищем, не

знающим, как ублажить свою утробу. Видения астрофизиков становятся еще фантастичнее, перекликаются с откровениями средневековых мистиков.

Убыль, мрак, смерть – черная дыра. Разве что по соседству с ней не хватает ворона – черного, хмурого ворона, кричащего: «Nevermore». Никогда уж не вернуть! Как предполагают, посредине едва ли не любой галактики ширится подобная пасть, хлопает клубами гибнущей материи.

Так было. Ученые сомневались, критиковали эту модель, но смирились, приняли ее как нечто неизбежное. В расцвете жизни космос объят смертью.

С недавних пор за этими мертвыми безднами что-то забрезжило. Стал пробиваться – по крайней мере, в некоторых гипотезах – таинственный, нездешний свет. Вдруг вспышка, выброс энергии, выброс материи. Рождение? Воскресение? Что? «Встань, о честная глава, из гроба твоего, встань, отряхни сон! Ведь ты не умер, но спишь до общего всем воскресения. Встань! Ты не умер!» (Иларион) И разверзлись тут белые дыры…

Разумеется, эта идея так же гипотетична, как выглядела поначалу идея Карла Шварцшильда о существовании черных дыр. Белые дыры никто не наблюдал воочию – разве что… на экране монитора.

Астрофизики Калифорнийского университета, моделируя на суперкомпьютере процесс формирования Вселенной, с удивительной неизбежностью получали в своей модели не только реки «мертвой воды», впадающие в свои бездны – черные дыры, но и ключи «живой воды» – потоки вещества и энергии, пробивающиеся из белых дыр. Модель создавалась учеными исключительно на основе формул общей теории относительности.

У теории Эйнштейна есть любопытное следствие: симметрия времени. Это подразумевает, что время может двигаться как вперед, так и назад. В таком случае, если в нашей повседневной жизни оно неизменно бежит вперед, если в недрах черной дыры, за чертой горизонта событий, оно замирает, то должна существовать и область мироздания, где время течет вспять, в обратном направлении. Почему бы не там, не за горизонтом черной дыры? Именно в этом и кроется залог существования белых дыр. Эти странные объекты вполне удовлетворяют законам природы.

По гипотезе британского космолога Роджера Пенроуза, они и не могут быть доступны нашему наблюдению, они, так сказать, «запрещены космической цензурой». Они скрываются где-то в глубинах черных дыр. Если бы белые дыры никак не были

отделены от остальной части космоса, это привело бы к нарушению причинно-следственных связей.

Ученые не знают доподлинно, что происходит с материей, исчезнувшей в недрах черной дыры. Что если там, в этой обители смерти, есть область, где все, что подхвачено ей, вновь изливается наружу? Любое вещество и излучение, проникшие внутрь черной дыры, минуют узкий пространственно-временной канал и, достигнув некой сингулярной точки, словно разбросанные взрывом, вырываются оттуда.

Эти области космоса, пополняющие его все новой материей, и называются белыми дырами. Или, как гласит определение, белые дыры – это черные дыры, которые вращаются в направлении, противоположном по отношению к оси времени.

Самой большой белой дырой была наша Вселенная в момент Большого взрыва, когда из крохотной точки, словно из атрибута фокусника, появилось бесконечное количество материи, из которой образовались звезды, галактики, планеты, черные дыры, белые дыры…

Так, может быть, белые дыры связывают наш мир с другой, нарождающейся Вселенной? И все, что в нашем мире скатилось в непроясненную бездну черной дыры, возникает в другом мире, родившемся из белой дыры – этой лопнувшей «почки», «взорвавшейся почки»? Белые дыры – это прямая дорога в параллельные Вселенные? Или в другие измерения?

Итак, если оба направления стрелы времени для Вселенной равнозначны, то тогда должно существовать столько же белых дыр, сколько и черных. Белые дыры, убежден американский космолог Блейк Темпл, разбросаны по всему космосу. Некоторые физики сравнивают их с вулканами, извергающими материю, поглощенную черными дырами. В чем-то они напоминают зоны спрединга – зоны разрастания земной коры, откуда изливается базальтовая лава. Существование таких зон – важная часть новой глобальной тектоники, то есть теории движения литосферных плит. В одних районах планеты вещество Земли проваливается в ее недра, словно в тартарары, в других районах – извергается вновь. Не правда ли, этот механизм, движущий континенты, напоминает ту самую астрономическую махину, как она представляется, например, исследователям из Калифорнийского университета?

Однако все это – лишь досужие разговоры. Результат теоретических расчетов, математических моделей. Пока ученые ничего не могут сказать о том, существуют ли действительно белые дыры, или же это – лишь плод увлеченного ума. Астрономы никогда не наблюдали подобные объекты, но, с их точки зрения,

они не могут не существовать. Так есть ли они, эти белые дыры, давно открытые на кончике математического пера?

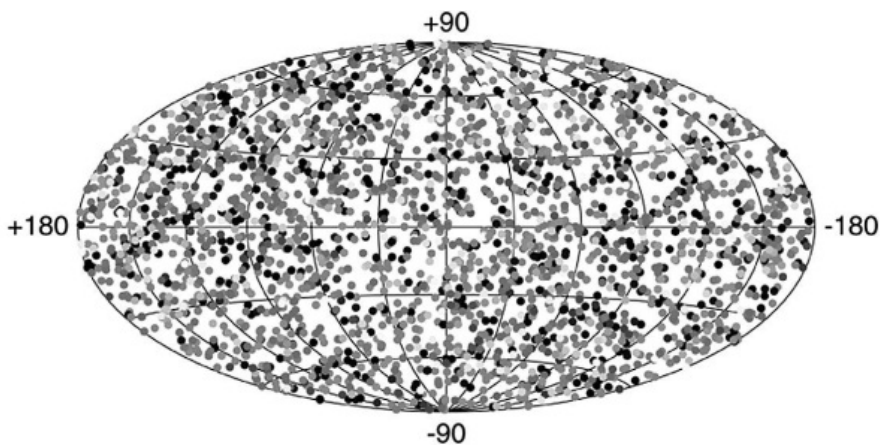
Остается лишь принимать научные гипотезы на веру. Так, профессор Новиков считает, что в другой Вселенной, произрастающей из нашей «родимой» черной дыры Стрелец А*, действуют совершенно иные законы природы. «Может быть, там вообще нет времени и царит вечность». Его коллеги полагают даже, что по ту сторону белых дыр нет и смерти. В любом случае вернуться оттуда в наш мир невозможно. У этого путешествия никогда не будет конца.

Тайна гамма-вспышек

Первую необычайно мощную гамма-вспышку зарегистрировали 2 июля 1967 года американские спутники «Vela 4A и B», которые следили за незаконными испытаниями атомного оружия на территории СССР. Впоследствии вспышки иногда повторялись. Но лишь в 1973 году ученые из Лос-Аламосской лаборатории убедились в том, что потоки гамма-лучей приходят из глубин космоса.

Поначалу эти события казались редкими: за десять лет наблюдений удалось заметить около семидесяти вспышек. Однако скудная статистика объяснялась «слепотой» наших приборов. Потоки гамма-лучей не могут проникнуть сквозь атмосферу Земли, поэтому обнаружить их можно только с помощью космических аппаратов.

Всерьез ученые занялись гамма-вспышками лишь после запуска в космос в 1991 году Комптоновской обсерватории. Тогда их феномен был открыт фактически заново. Первоначально ведь полагали, что источники вспышек находятся где-то в Млечном Пути. Трудно было поверить в то, что столь мощные потоки излучения приходят из отдаленных галактик. Однако источники вспышек так равномерно распределялись по всему небосводу, что ученым пришлось согласиться: речь идет о каких-то загадочных событиях, которые происходят далеко за пределами нашей Галактики.



Распределение по небесной сфере всех гамма-вспышек

В 1997 году рентгеновский спутник «BeppoSAX» впервые зарегистрировал отголосок гамма-вспышки в рентгеновском диапазоне. Благодаря этому удалось определить точное

расстояние до того места, где она произошла. Это была одна из дальних галактик.

К этому времени астрономы регистрировали вспышки ежедневно: порой по три раза на дню в различных уголках Вселенной случались эти таинственные катастрофы. Их яркость была в миллиарды миллиардов раз выше, чем яркость Солнца. Особенно грозной оказалась январская вспышка 1999 года; ее источник был в 1019 раз мощнее Солнца!

Что порождает такие вспышки? Что дает им энергию? Их природа, несомненно, различна. Одни из них длятся от 0,01 до 2 секунд, другие – от 2 до 1000 секунд. При коротких вспышках выделяется от 1041 до 1043 джоулей энергии, а при длинных – от 1044 до 1046 джоулей!

Чаще всего астрономы связывают эти «странные маяки», зажигаемые на краю мироздания, с нейтронными звездами. Возможно, эти жуткие молнии вспыхивают, когда нейтронная звезда исчезает в чреве огромной черной дыры. Проваливаясь в бездну, она на долю секунды бросает последний луч, удивительным заревом освещая Вселенную. А может быть, эти короткие вспышки возникают, когда две нейтронные звезды, неосторожно сблизившись, сливаются друг с другом? Какое-то время астрономы думали, что источниками наиболее коротких вспышек могут быть магнитары. Однако, судя по дальнейшим наблюдениям, эта гипотеза, вероятно, является ошибочной.

Что же касается длинных вспышек, то их связывают с новым классом взрывающихся звезд, о котором астрономы много говорят в последнее время, – с «гиперновыми» звездами, живущими всего несколько миллионов лет. Их взрывы – самые грандиозные события в космосе со времен Большого взрыва. Они происходят, когда громадные звезды, чья масса в 20–30 раз и более превышает массу нашего Солнца, израсходуют свое топливо и превратятся в быстро вращающуюся черную дыру, окруженную диском из остатков вещества. Тогда вдоль оси вращения звезды в космос устремляется мощный поток гамма-излучения. В этот момент выделяется гораздо больше энергии, чем при взрывах сверхновых.

Есть и другие, более спорные гипотезы. По некоторым предположениям, гамма-вспышки связаны с темным веществом, из которого состоит значительная часть Вселенной. Как пишет на страницах журнала «В мире науки» российский астроном С.И. Блинников, «если бы оказалось, что пространственное распределение гамма-всплесков в галактиках согласуется с распределением не какого-то типа звезд, а именно темного вещества, это позволило бы пролить свет как на происхождение самих гамма-всплесков, так и на природу невидимого вещества».

Некоторые ученые даже полагают, что эти молнии рождаются, когда вещество сталкивается с антивеществом. Возможно, где-то существуют «зеркальные миры», сложенные из антивещества. Во всяком случае, популярная у физиков «теория струн» допускает это. При встрече потоков вещества и антивещества – а где им встречаться, как не на краю мироздания? – происходит мгновенная аннигиляция. Она сопровождается мощными выбросами гамма-лучей.

Вот несколько замечательных вспышек, наблюдавшихся в последние годы.

4 сентября 2005 года космическая обсерватория НАСА «Свифт» зафиксировала вспышку GRB 050904, длившуюся 200 секунд. Она произошла на расстоянии 12,7 миллиардов световых лет от Земли. Иными словами: событие, ее породившее, случилось в ту пору, когда Вселенная была еще очень молода.

Рекорд на сегодняшний день установлен 23 апреля 2009 года. Вспышка GRB 090423, длившаяся 10 секунд, случилась всего через 630 миллионов лет после Большого взрыва. Как полагают астрономы, ее причиной был взрыв гиперновой звезды.

В том же 2008 году – 19 марта – обсерватория «Свифт» стала свидетельницей самой грандиозной известной на то время вспышки – GRB 080319B. Источник ее находился на расстоянии 7,5 миллиардов световых лет от Земли. По мощности она в 2,5 миллиона раз превзошла наиболее яркую сверхновую звезду.

Но и этот рекорд был вскоре побит. 21 июня 2010 года та же обсерватория зафиксировала вспышку GRB 100621A, которая оказалась в 5 раз мощнее.

Если одна из таких вспышек произойдет на расстоянии нескольких тысяч световых лет от Земли, то последствия окажутся губительны для всего живого. Возможно, подобные вспышки в конце концов уничтожают любую космическую цивилизацию, – если, конечно, за пределами Земли есть жизнь.

В 2005 году детальный расчет последствий гамма-вспышки для земной биосферы опубликовали Брайан Томас и Эдриан Мелотт из Канзасского университета. Если бы она произошла, например, на расстоянии 6000 световых лет от Земли, то озоновый слой, защищающий нашу планету, стал бы меньше на треть, а над экватором уменьшился бы на 55 %. Сейчас он поглощает более 90 % ультрафиолетового излучения, испускаемого Солнцем. Если же он станет меньше наполовину, то излучение будет беспрепятственно проникать к поверхности Земли. Это ведет к нарастанию генетических дефектов. Особенно губительны эти лучи будут для планктона, что подорвет основу пищевых цепей в морях и океанах.

По предположению Томаса и Мелотта, катастрофическое вымирание животных в конце ордовикского периода, около 445 миллионов лет назад (тогда погибло около половины всех видов организмов, населявших нашу планету), могло быть вызвано гамма-вспышкой. Возможный сценарий событий таков. После вспышки, уничтожившей большую часть озонового слоя, к Земле устремился поток ультрафиолетового излучения. Эти лучи проникали в толщу морской воды, что имело гибельные последствия для животных, оказавшихся менее чем в метре от поверхности моря (в ту пору жизнь еще не выбралась на сушу). Косвенным доводом в пользу этой версии служит то, что в конце ордовика внезапно вымерли многие трилобиты, обитавшие близ поверхности воды.

Как показывает статистика, за последний миллиард лет хотя бы один раз в радиусе 6000 световых лет от Земли наблюдалась мощная гамма-вспышка.

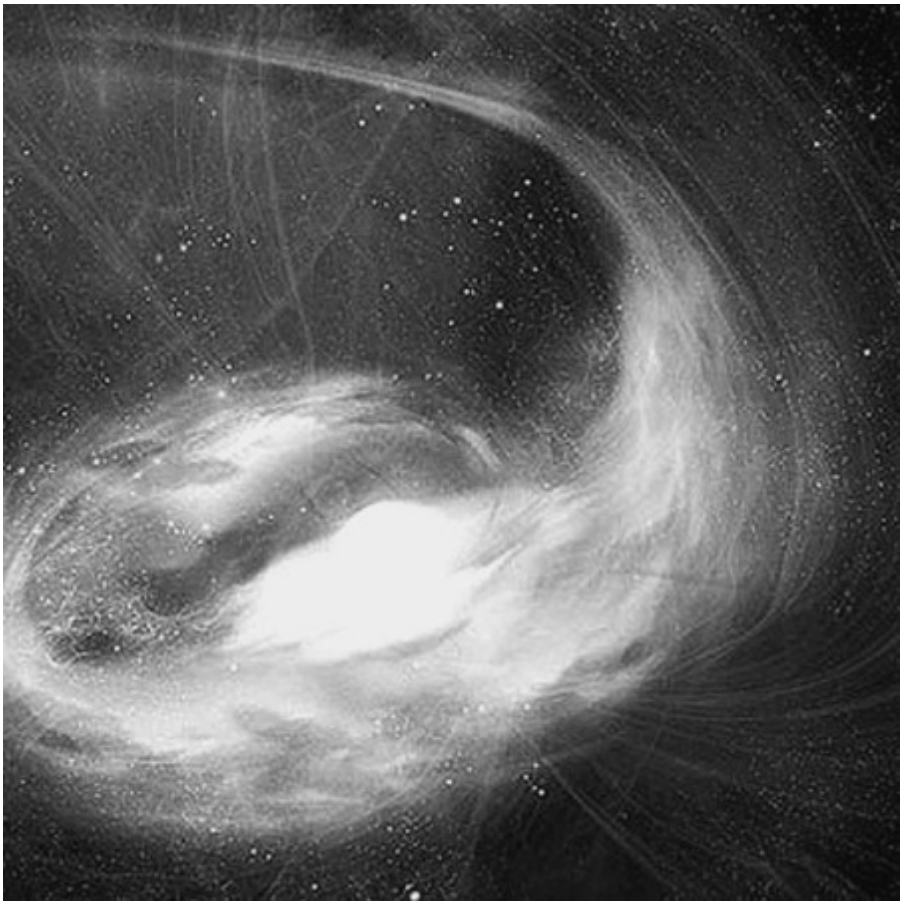
… Итак, природа этих загадочных явлений окончательно не выяснена. Их изучение только начинается.

Можно ли заметить гравитационные волны?

Еще в 1916 году Альберт Эйнштейн предсказал существование гравитационных волн. Однако обнаружить их до сих пор не удалось. Первый достоверный случай их наблюдения стал бы блестящим подтверждением общей теории относительности. Кроме того, эти волны содержат информацию о процессах, протекающих в космосе, которую нельзя получить иначе. «Эти завитки искривленного пространства-времени доносят до нас тайные весточки мироздания, – подобно тому, как акустические волны доносят до публики информацию об оркестре, – поясняет американский физик Кип Торн, – они, быть может, помогут нам даже расслышать шум Большого взрыва». Для астрофизиков это – новое окно в космос.

Теория гласит, что гравитационные волны возникают, когда громадные массы вещества с чрезвычайно большой скоростью сталкиваются или движутся относительно друг друга. Яркие тому примеры – это коллапс звезды в конце своего жизненного пути или слияние двойных звезд. Часть выделяющейся при этом энергии уносят с собой гравитационные волны. Они возникают также при столкновении галактик или падении крупных объектов в недра черной дыры. Их порождает и столкновение черных дыр. Расчеты показывают, что после такой сшибки черные дыры теряют до 40 % своей массы, излученной в виде гравитационных волн.

Распространяются эти волны со скоростью света. Они пронизывают пространство, словно сейсмические волны – Землю. Они пробегают с одного конца Галактики на другой, и вся толща вещества, сквозь которую они пробиваются, не способна их ослабить. «Под действием гравитационных волн вещество, лежащее на их пути, – поясняет Торн, – поочередно растягивается и сжимается в направлении, перпендикулярном оси, вдоль которой распространяются эти волны». Однако эти отклонения минимальны. Мы не замечаем их. Так, если бы мы имели дело с мостом, выстроенным от Земли до Солнца, то под действием гравитационной волны он удлинился бы на величину… атомного ядра. Попробуйте уловить подобные – неощутимые – колебания!



Гравитационные волны возникают, когда громадные массы с чрезвычайно большой скоростью сталкиваются или движутся относительно друг друга

Астрономы делят гравитационные волны на несколько классов. Во-первых, кратковременные волны. В считаные доли секунды их источники излучают больше энергии, чем Солнце за все время своего существования. Возникают эти волны при взрывах звезд и столкновениях нейтронных звезд и черных дыр.

Периодические гравитационные волны можно заметить лишь из космоса, поскольку вести наземные наблюдения мешает сейсмическая активность нашей планеты. Источником их являются двойные звезды, а также нейтронные звезды. Для слежения за ними нужен спутниковый интерферометр с базовой длиной в миллионы километров.

Стохастические (случайные) волны возникают при наложении нескольких периодических процессов, протекающих очень далеко от Земли, а также являются результатом слабых или очень отдаленных единичных событий. Может быть, речь идет о столкновениях звезд, возникших вскоре после Большого взрыва?

Или о процессах, протекавших в молодой Вселенной и вызвавших нарушения пространственно-временной структуры? Или даже об отголосках Большого взрыва?

В конце 1960-х годов попытку обнаружить эти волны предпринял физик Джозеф Уэбер из Мэрилендского университета. Сердцевину его детектора составил алюминиевый цилиндр длиной 2 метра и диаметром 0,5 метра. С его помощью ученый намеревался измерить гравитационные волны, которые распространяются перпендикулярно продольной оси цилиндра и вызывают его колебания. По этой причине цилиндр должен был слегка деформироваться – величину этой деформации Уэбер и хотел определить. Он помещал на поверхность цилиндра пьезоэлектрические кристаллы. При их растяжении или сжатии возникает электрическое напряжение. Прибор должен был его зафиксировать. Однако эти исследования не принесли однозначного результата.

Первый опытный образец лазерного интерферометра для измерения гравитационных волн построили в 1972 году сотрудники американской Hughes Research Laboratories. В 1980-е годы целый ряд лабораторий обзавелся подобными приборами. Они появились в Калифорнийском технологическом институте, в университетах Глазго и Токио, а также в мюнхенском Институте квантовой оптики.

Принцип измерения таков. На концах и посредине L-образной установки, защищенной от любых вибраций, подвешены три груза. Расположенный рядом лазер испускает в ее сторону луч. Установка отрегулирована так, что лазерные лучи затухают за счет интерференции, то есть наложения их друг на друга. Если сквозь установку пройдет гравитационная волна, то расстояние между грузами на какой-то миг немного изменится. Иной станет и интерференционная картина. Так, мы убедимся, что измерительная база деформировалась. Мы обнаружим «след гравитационной волны».

Длина измерительной базы намного превышает длину прежних детекторов-цилиндров. Во-первых, плечи самой L-образной конструкции вытянулись на километры. Во-вторых, лазерные лучи, по нескольку раз отражаясь от зеркал, преодолевают огромный путь. Все это намного повышает чувствительность прибора.

Косвенным образом существование гравитационных волн уже удалось доказать. В 1974 году два американских радиоастронома, Рассел Халс и Джозеф Тейлор, обнаружили в созвездии Орла очень редкий объект: двойной пульсар – систему из двух нейтронных звезд. По Эйнштейну, подобная система теряет

большое количество энергии за счет излучения гравитационных волн. Вследствие потери энергии обе звезды постепенно сближаются и при этом начинают вращаться все быстрее. После наблюдений, длившихся более десяти лет, Халс и Тейлор действительно зафиксировали, что период обращения этих звезд сократился. Разница точно соответствовала значению, предсказанному теорией относительности, если предположить, что часть энергии уносят гравитационные волны. В 1993 году эта работа была удостоена Нобелевской премии по физике.

Сразу несколько установок, созданных в разных странах мира, пытаются сейчас выследить эти неуловимые волны. Одна из них – GEO600, германо-британская установка, построенная близ Ганновера. Ее интерферометры ведут наблюдение в диапазоне от 1 до 10 000 герц. С помощью этого детектора можно обнаружить, например, гравитационные волны, излучаемые при взрыве сверхновой звезды.

Теоретики ведь убеждают нас в том, что доказать существование этих волн очень просто: раз они есть, их можно измерить! Теоретики описывают, как этого добиться, и… кивают на практиков. Почему же до сих пор этого не удалось сделать? Причина в том, что ожидаемый эффект, повторюсь, чрезвычайно мал. Так, длина плеча установки GEO600 составляет 600 метров. Расчеты показывают, что при взрыве сверхновой звезды длина этого плеча под воздействием гравитационных волн изменится за несколько тысячных долей секунды на величину порядка 10 —19 метра, что в тысячи раз меньше диаметра атомного ядра. Понятно, что зафиксировать такую величину невероятно трудно – тем более, что микросейсмическая активность земных недр вносит свои помехи. Еще недавно подобная точность измерений и вовсе считалась невозможной.

Что же касается гравитационных волн частотой менее одного герца, то единственный шанс их обнаружить – это следить за ними в космосе. Этим займутся участники совместного проекта НАСА и ЕКА, получившего название LISA (Laser Interferometer Space Antenna). Предполагается, что исследования в рамках этого проекта начнутся в 2015 году.

Могут ли сталкиваться Галактики?

Во Вселенной нет покоя. Его никогда не было и не будет. Однообразное кружение планет и светил – вовсе не императив мироздания. Наоборот, с заунывной будничностью космос сотрясают катастрофы непомерных масштабов. Наша Вселенная родилась в пламени Большого взрыва и до наших дней не знает покоя. Галактики, ее составляющие, разлетаются во все стороны. Время от времени одна из них сталкивается с другой, поглощает ее, поглощается ей, распадается, вспучивается, выгорает дотла… Мы пребываем среди Хаоса. Мы охвачены им.

После появления Космического телескопа имени Хаббла, выведенного на орбиту в 1990 году, стало возможным воочию наблюдать за столкновениями далеких галактик. Подобные катаклизмы случаются с любыми из них, стоит лишь им неосторожно сблизиться. В одних случаях галактики лишь задевают друг друга вскользь, в других следуют лобовые удары, решительно меняющие облик обоих объектов. Во время этих катастроф выделяются громадные количества энергии; перемещаются массы, которые трудно себе даже вообразить.

Столкновение галактик

В 2004 году астрономы наблюдали самую грандиозную космическую коллизию – столкновение двух галактических скоплений, каждое из которых содержит тысячи галактик. Оно происходит в 800 миллионах световых лет от Земли под аккомпанемент мощнейших рентгеновских вспышек. Ударные волны разогревают межзвездное пространство до 100 миллионов градусов. По словам некоторых ученых, катастрофа сопровождается крупнейшим выбросом энергии за всю историю Вселенной после Большого взрыва.

Что же происходит, когда сталкиваются две гигантские галактики, насчитывающие сотни миллиардов звезд? Событие это вовсе не похоже на удар астероида о Землю. Галактика – не твердое тело, всей своей поверхностью бьющееся о встречный объект. Звезды одной из галактик легко просачиваются мимо спешащих навстречу звезд, ведь расстояния между ними в сотни миллионов раз превышают диаметр самих светил. Зато огромные массы межзвездного газа, мчащиеся навстречу друг другу, нагреваются и вспыхивают после соударения. В их гуще

начинаются термоядерные реакции. Образуются новые звезды. Они станут исчисляться тысячами, а то и сотнями тысяч. Их раскаленные массы будут излучать яркий голубой свет. Примером такого скопления молодых звезд являются Плеяды, наблюдаемые в созвездии Тельца.

Итак, сближение галактик не приводит к столкновениям звезд, крошащим их как фарфоровую посуду. А вот расстояния между отдельными галактиками внутри скоплений всего в десятки или сотни раз превышают диаметр этих галактик. Значит, сшибки между ними неизбежны. В настоящее время 1–2 % всех галактик сталкиваются или сливаются друг с другом. В далеком прошлом эти коллизии случались гораздо чаще, потому что размеры Вселенной были меньше и галактики располагались ближе друг к другу. Астрономы выделяют сейчас два типа галактических коллизий.

В пятистах миллионах световых лет от нас, в созвездии Скульптора, которое можно увидеть лишь в Южном полушарии, расположена галактика Тележное Колесо. Она в полтора раза больше Млечного Пути. Когда-то она была обычной спиральной галактикой. Теперь же напоминает колесо, обод которого внезапно загорелся. Диаметр «колеса» достигает 150 тысяч световых лет. Оно очень нестабильно и удаляется от центра галактики со скоростью 94 километра в секунду. Вблизи от центра со сверхзвуковой скоростью извергаются струи раскаленного газа – так называемые «джеты». Они тянутся на тысячи световых лет. Возникает ощущение, что какая-то громадная, невидимая нам «метла» решительно выметает все звезды из недр этой галактики, оставляя мириады светил пылать вдоль ее «обода». Причиной такого необычного процесса стало столкновение с карликовой галактикой, пронзившей Тележное Колесо насквозь. Спиральные рукава сомкнулись, образовав кольцо. Звезды сбились к его краю или в середину. Там началось массовое зарождение новых звезд.

В созвездии Ворона, расположенном в 63 миллионах световых лет от нас (его также можно увидеть в Южном полушарии), находятся галактики Антенны. Это – пара галактик NGC 4038 и NGC 4039, почти слившихся друг с другом. Свое название они получили из-за длинных языков газа, вытянувшихся словно усики («антенны») насекомых. Эти галактики встретились друг с другом около 900 миллионов лет назад. Их усики возникли около 300 миллионов лет назад. Пройдет еще 400 миллионов лет, и у этих двух слившихся галактик возникнет общее стабильное ядро.

Когда две галактики сближаются, их отдельные части,

повинуясь гравитации, выпячиваются далеко в космическое пространство, подчас напоминая лапы какого-то многоногого животного. Столкнувшиеся галактики словно ползут по космосу, осторожно перебирая своими длинными, тонкими ногами. Их судьба зависит не только от их геометрии, но и от скорости, с которой они сходятся. При двухстах километрах в секунду они сливаются друг с другом. Если их относительная скорость достигает 600 километров в секунду, то галактики после своего рандеву отскакивают назад, как мяч, налетевший на стену. Когда скорость превышает 1000 километров в секунду, удар оказывается таким мощным, что во все стороны, словно брызги, летят обломки галактик. Постепенно галактики теряют свое прежнее обличье, активно обмениваясь друг с другом и межзвездными облаками, и звездами. В большинстве случаев одна галактика несколько раз проникает внутрь другой, прежде чем они окончательно соединятся. Их слияние продолжается от нескольких сотен миллионов до полутора миллиардов лет.

В 2005 году американский астроном Питер ван Доккум, проанализировав структуру 126 галактик, ближайших к Млечному Пути, убедился, что они сталкивались намного чаще, чем считалось ранее. Этот анализ подтвердил, что большинство галактик образовалось путем слияния других, мелких галактик. Вот почему за короткое время могли возникнуть такие массивные «звездные острова» – они разрастались, как снежный ком, пущенный с горы, поглощая все, что встречалось им на пути.

Наблюдения за отдаленными уголками космоса, отстоящими от нас на многие миллиарды световых лет, показали, что там преобладают спиральные галактики. В ближних же областях в основном видны эллиптические галактики, причем в каждой третьей из них центральные звезды вращаются в иную сторону, нежели периферийные. Причиной тому – столкновение или хотя бы соприкосновение с другой галактикой. Компьютерная модель свидетельствует, что спиральная галактика может превратиться в эллиптическую даже в том случае, когда другая галактика лишь промчится рядом с ней. Мощные приливные силы все равно вылепят из этого скопления звезд нечто новое.

Многие из эллиптических галактик отличаются очень крупными размерами. Видимо, за свою жизнь они поглотили немало других звездных систем. Процесс этот астрономы в шутку называют «галактическим каннибализмом». Уже на ранней стадии мироздания он определял дальнейшую эволюцию галактик. Да и сейчас внутри этих звездных систем сплошь и рядом встречаются два, а то и более ядер. Это лишний раз подчеркивает прожорливость галактик.

В мире галактик, как в мире «звездных войн», один удар следует за другим, одна империя гибнет за другой. Чем более астрономы наблюдают за далью звездного неба, тем более неизбежным событием кажутся столкновения галактик – как машин в непогоду.

Что произойдет при столкновении нашей Галактики с Туманностью Андромеды?

Итак, почти все галактики рано или поздно столкнутся со своими соседями. Эта участь ожидает и наш Млечный Путь. В его сторону несется туманность Андромеды. Их столкновение неизбежно – как удар двух поездов, спешащих навстречу по одной и той же одноколейке.

Туманность Андромеды – это спиральная галактика, самый отдаленный объект на небосводе, который можно увидеть невооруженным глазом. Диаметр ее гало достигает около миллиона световых лет, а диаметр видимого диска – примерно 140 тысяч световых лет. Масса этой галактики, по разным оценкам, составляет от 1,2 до 3,7 триллиона солнечных масс, а звезд здесь – около триллиона, что в несколько раз больше, чем в Млечном Пути. Вместе с ним, а еще и галактикой в созвездии Треугольника, туманность Андромеды составляет тройку самых массивных членов так называемой Местной группы галактик, связанных воедино силами гравитационного притяжения.

Эта туманность вызывает особый интерес астрономов не только потому, что это ближайшая к нам крупная галактика, но и потому, что она поразительно похожа на Млечный Путь. Мы не можем увидеть свою родную Галактику со стороны – с тем большим интересом изучаем туманность Андромеды. Там обнаруживаются те же объекты, что и в нашей Галактике. Они видны астрономам как на ладони: темные пылевые полосы, обширные участки, где продолжают рождаться звезды, а также многочисленные шаровые скопления (их здесь – от 400 до 500).

Туманность Андромеды

Долгое время представляла загадку центральная область соседней галактики. Астрономы полагали, что там находятся сразу две сверхмассивные черные дыры, окруженные несколькими миллионами звезд. Считалось, что это – результат давнего столкновения туманности Андромеды с какой-то другой галактикой. Однако наблюдения, проведенные телескопом «Хаббл», показали, что там находится все-таки лишь одна громадная черная дыра, которую окружают два кольца звезд. Одно состоит из молодых голубых звезд, а другое – из более старых, красных звезд. Масса этой черной дыры примерно в 30 миллионов раз больше массы Солнца, и соответственно она почти в 7 раз больше черной дыры, расположенной в центре нашей Галактики.

Сейчас туманность Андромеды и Млечный Путь разделяют 2,5 миллиона световых лет. Но под действием темного вещества, незримо наполняющего их, обе галактики неуклонно разворачиваются и направляются друг к другу. Они движутся навстречу со скоростью 120 километров в секунду. Не пройдет и

двух миллиардов лет, как они неминуемо столкнутся.

Астрономы уже десятилетия назад выяснили, какая судьба уготована нашей Галактике. Неизвестно было, что произойдет с Солнечной системой во время этой грандиозной катастрофы. Лишь несколько лет назад исследователи из Смитсоновского центра астрофизики при Гарвардском университете смоделировали все обстоятельства этой коллизии на компьютере.

После первого удара рухнут незримые скрепы, удерживавшие звезды на их привычных орбитах. При этой сшибке громадных звездных систем во все стороны разлетится множество осколков – звезд и огромных потоков межзвездного газа. Под действием мощных гравитационных сил они будут выброшены в космическую даль. Словно струи брызнувшей крови, они разлетятся во все стороны от столкнувшихся галактик. Мы видим нечто подобное на фотоснимках отдаленных уголков космоса, присылаемых телескопом «Хаббл». Всюду – от нашей звездной родины до космического горизонта – одни и те же коллизии звездных систем.

Впрочем, на Земле вряд ли найдутся свидетели этого красочного зрелища. Задолго до того жизнь на нашей планете станет невозможна – та превратится в пекло, даже все океаны выкипят и испарятся. У людей, если наша цивилизация уцелеет, останется единственная возможность спастись: задолго до «часа кипения» переселиться в другую планетную систему, хотя для этого, может быть, придется отвоевывать себе «новое место под солнцем».

Само же Солнце, которое к тому времени еще не превратится в белого карлика, и все ведомые им планеты будут выброшены на окраину новой громадной галактики. Как иронично заметил один из авторов модели, Томас Кокс, «пока мы живем в предместье Млечного Пути, но, вероятно, после этой космической катастрофы переселимся куда-нибудь подальше; можно сказать, что перед пенсией нас вышлют в сельскую глушь». Наша планетная система и сейчас пребывает вдалеке от центра Галактики, но после этой «аварии» она окажется на расстоянии примерно 100 тысяч световых лет от центра новой галактики – в четыре раза дальше, чем сейчас от центра Млечного Пути. Изменится и траектория ее движения. Если сейчас Солнечная система обращается вокруг галактического центра по круговой орбите, то после этой коллизии будет перемещаться по очень вытянутой орбите. Кстати, с некоторой долей вероятности – 1: 37 – наша планетная система вполне может «перебраться за линию фронта» и примкнуть к туманности Андромеды.

Тем временем, словно пара вальсирующих, обе галактики

будут кружить, все теснее сближаясь друг с другом, пока в конце концов не образуют единое целое. Примерно через 5 миллиардов лет сформируется новая звездная система – эллиптическая галактика Млечномеда, которая объединит обоих участников коллизии. Они сольются, словно две громадные клетки. По расчетам астрономов, должны соединиться и их черные дыры – эти незримые ядра галактик. Огромные количества газа, содержащиеся в обеих галактиках, устремятся в эту внезапно увеличившуюся черную дыру. Космический «зародыш» вновь начнет расти.

Все это будет выглядеть очень необычно и красочно. Белесая полоса «расплесканного молока», протянувшаяся через весь ночной небосвод – Млечный Путь, – растворится, и на небе словно нарастет ослепительный гребень. Там будут сверкать миллиарды звезд. Все небо окажется залито странным мерцающим светом, всюду раскинутся звездные мосты, звездные арки. Конгломерат созвездий юных, старых, растерзанных станет залогом рождения новой описательной астрономии, заново изучающей звездное небо над головой (жители какой планетной системы этим займутся?).

…Туманность Андромеды громадным сводом нависает над нашей космической родиной. Кажется, что в любой момент она готова упасть на нас. Срединная часть туманности светится так ярко, словно здесь пылают тысячи солнц, проглоченных ей когда-то. Струи раскаленного газа летят во все стороны. Одна из них тянется прямо к Земле, словно мечтая ее схватить.

Под этим постоянно падающим на нас сводом лежит Млечный Путь – плоский, линзовидный диск, сложенный из миллиардов ослепительно белых звезд. Новые светила вспыхивают, старые гаснут, успевая выжечь перед кончиной все планеты окрест. Потоки смертоносных гамма-лучей рассекают космическую даль. Идет обычная жизнь.

Но черная дыра, зияющая посреди нашей Галактики, грозит всему, что ее окружает. Но огромная туманность Андромеды уже мчится на нас. Млечный Путь обречен. Его финальный акт приготавливается. Пройдет пара миллиардов лет, и все сообщество звезд, расположенное в этой части космического пространства, всколыхнет очередная катастрофа. Хаос вернется. Всполохи вновь рождающихся звезд ярко осветят опустевшую, раскаленную Землю. Чья-то гибель всегда означает чье-то рождение. Кто знает, возможно, жизнь уцелеет и в этой катастрофе, приняв новое обличье, перебравшись туда, где ей ничто не будет угрожать.

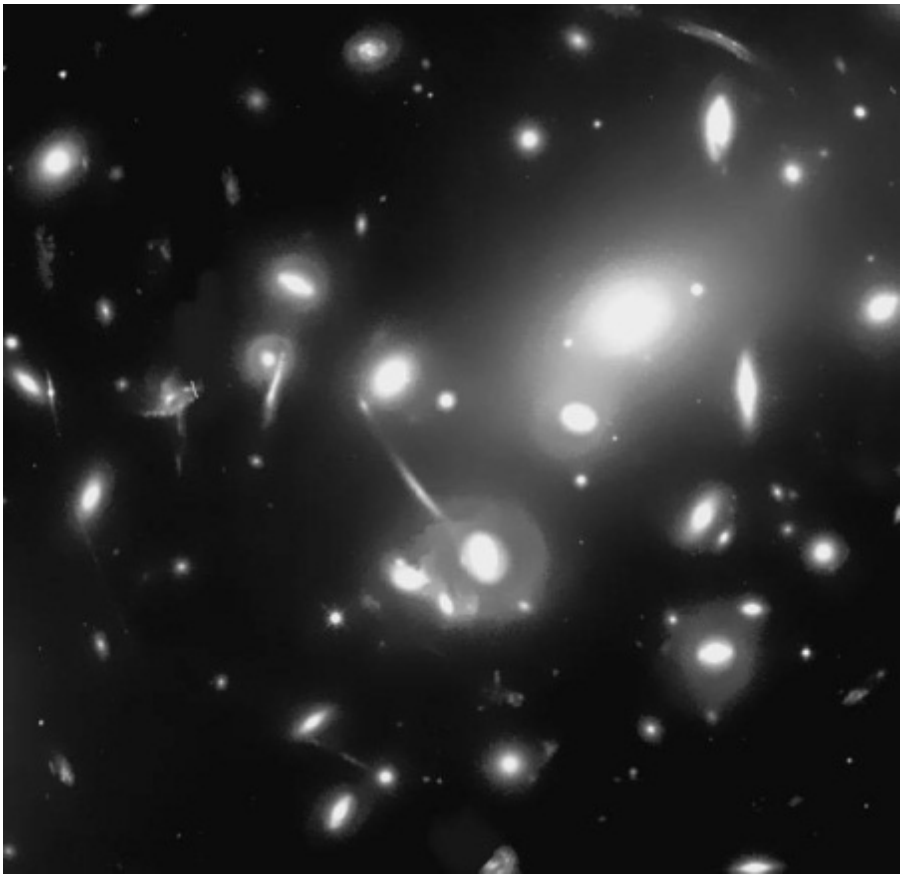
Галактические скопления, или «мыльные пузыри» Вселенной

В 1924 году американский астроном Эдвин Хаббл установил, что расстояние до туманности Андромеды намного превышает размеры нашей Галактики. С этого времени стало ясно, что спиральные, эллиптические и иррегулярные туманности являются родными сестрами Млечного Пути.

Поначалу считалось, что галактики расположены в полном беспорядке. Однако Природа оказалась отменным архитектором. Чем дальше в глубь космоса заглядывали телескопы, тем отчетливее было видно, что отдельные галактики образуют сообщества.

Так, рядом с Млечным Путем располагались туманность Андромеды, а также еще почти четыре десятка карликовых галактик, в том числе Большое и Малое Магеллановы Облака. Все они образовали Местную группу галактик. Последовали новые открытия. Мы словно были замурованы внутри целого ряда «матрешек». Едва нам удавалось осмотреть и исследовать очередную звездную систему, внутри которой была заключена Земля – крохотный шарик, затерянный на донышке безмерного сосуда, – как над нами вырисовывался следующий «горизонт».

Наша Местная группа оказалась частью огромного скопления галактик, расположенного в созвездии Девы. По своей структуре это скопление, насчитывающее шесть тысяч галактик, в том числе несколько десятков очень крупных галактик, немного напоминало Млечный Путь. «Звездные острова» внутри него были разбросаны, как звезды в Млечном Пути. По мере приближения к центру их плотность заметно росла. Впрочем, этого следовало ожидать, ведь галактики стягивала в единое целое сила гравитации. Судя по всему, Вселенная состояла из почти бесконечного множества шаровидных скоплений галактик, ведь, по законам гравитации, шар – идеальная форма. Однако опять последовало неожиданное открытие.



Шаровидное скопление галактик

В 1970-е годы американские астрономы Валери де Лаппарен, Маргарет Геллер и Джон Хукра задались целью изучить всю иерархию мироздания и понять, что скрывают отдаленные глубины космоса. Для этого не надо было гадать на «звездной гуще» – следовало предельно точно нанести на карту десятки тысяч галактик.

Вначале астрономы выбрали небольшой участок космоса – фрагмент шириной 135° и высотой 6° (затем его расширили до размеров 360° × 36°). Маргарет Геллер стала составлять каталог галактик, находившихся здесь, помечая их длину и ширину, а также расстояние до них.

Осенью 1986 года, когда в распоряжении ученых оказалось достаточно много собранных данных, Геллер заметила странный феномен. Все эти тысячи галактик образовали невероятную фигуру, напоминавшую… человека ростом в 500 миллионов световых лет.

Ее коллеги отказывались в это верить, считая, что допущена ошибка в измерениях. Зато сторонники эзотерических учений

заговорили о том, что все наше мироздание – «автопортрет» Господа Бога, увековечившего себя в своем Творении. Памятную фразу – «Я видела Бога!» – произнесла и Маргарет Геллер.

Однако вскоре астрономам стало понятно, что фигура человека была лишь частью грандиозного космического узора. Так, приглядываясь к морозной вязи, разрисовавшей стекло, или облакам на небе, можно отыскать образы людей, но остальные части этой природной картины обычно не похожи на приглянувшийся портрет. Так же было со скоплениями галактик.

Вот только у звездного неба – в отличие от заиндевевшего окна или облачной чехарды – выявилась своя подлинная структура. Скопления галактик не были беспорядочно рассеяны в космической дали; они словно располагались на поверхности неких полых тел, занимавших все небо, – своего рода «мыльных пузырей». Внутри них царила абсолютная пустота. Впору было сказать, что сам Господь Бог, уподобляясь ребенку, выдувает бессчетные галактики, как мыльные пузыри.

Из таких вот «пузырей» – со звездами, «нарисованными» на поверхности, и жуткой пустотой внутри – складывается особый орнамент: гигантские системы звездных сверхскоплений. Открытие этого орнамента – ячеистой структуры Вселенной – стало одним из самых важных открытий XX века. Небо, напоминавшее древним мудрецам несколько сфер, расположенных одна над другой, скорее впрямь похоже на матрешку: ее части оказались вложены друг в друга.

Одна из самых крупных космических «матрешек» – «Великая стена», открытая в 1989 году в небе Северного полушария. Эта «стена» из многих тысяч галактик протяженностью в 500 миллионов световых лет, шириной в 200 миллионов световых лет и глубиной в 15 миллионов световых лет напоминает громадную постройку из мыльных пузырей. Этот объект оставался так долго незамеченным, поскольку выявить его можно было, лишь проанализировав трехмерную картину расположения галактик. Впоследствии были обнаружены и другие крупные структуры, насчитывавшие тысячи и десятки тысяч галактик.

Астрономам пока неизвестно, что именно удерживает воедино подобные сверхскопления – только лишь сила гравитации или какие-то другие факторы. Многие исследователи полагают, что важную роль играет и темное вещество, из которого во многом состоит наша Вселенная, но механизм этого влияния не очень понятен.

Появились два сценария зарождения таких объектов. По гипотезе Джеймса Пиблса из Принстонского университета, вначале возникли небольшие галактики, а потом сила гравитации

стянула их в огромные скопления. Лишь из-за ускоренного расширения Вселенной эти сверхскопления перестали расти. По модели советского физика Я.Б. Зельдовича, первыми сформировались крупные объекты протяженностью в миллионы световых лет, которые позднее распались на галактики.

Этот грандиозный пейзаж мироздания смущал. Как ни велики были галактики длиной в сотни тысяч световых лет, все они оказались лишь песчинками в этом узоре. Впору было чувствовать себя не просто «затерянными в космосе», но потерянными в нем. Из «бесконечно малых точек», в которые превратились галактики, очерчивались бессчетные «мыльные пузыри» и рисовались тонкие, длинные нити; из этих нитей свивались фигуры вроде «человечка Маргарет Геллер». Если довериться физикам, отстаивающим «теорию струн», то тончайшие нити лежат и в основе всего Микромира – их вибрации рождают все элементарные частицы, – и ими же – «великими космическими нитями, или струнами» – замыкается известный нам Макромир.

После открытия космических сверхструктур сразу возникли вопросы: «Существуют ли они в самом деле? Или же нам кажется, что космическая материя принимает такую форму, как путнику, присевшему отдохнуть, может показаться, что облако над ним обретает очертания “жирафа”, “медведя”? Чему подчиняются эти структуры? Фундаментальным законам природы или особенностям нашего зрения? Есть ли, на самом деле, эти “мыльные пузыри” и “нити” Вселенной или мы выдумываем их, прибегая к удобной аллюзии?»

Последующие наблюдения, сделанные, например, участниками проекта «Sloan Digital Sky Survey», подтвердили правоту Геллер и ее коллег. Космос действительно имеет причудливую структуру. В нем есть свои «мыльные пузыри», «человечки», «струны». Если прибегнуть к очень смелой аналогии, то у космоса есть своя… клеточная структура, и сверхскопления галактик очерчивают границы каждой клеточки. Космос, хотя бы по своему строению, напоминает одно огромное – и все еще растущее – живое существо, в одной из клеток которого затерян атом под названием «Солнечная система». Поистине, высочайшие достижения современной науки лишь вторят озарениям мистиков! Макромир становится подобием Микромира, его непомерно увеличенным фотоснимком.

Что такое «Великий Аттрактор»?

Вплоть до начала XX века нашу Галактику считали уникальным объектом. Сегодня мы знаем, что в доступной нашему наблюдению части Вселенной насчитывается, пожалуй, не менее 125 миллиардов галактик. В каждой из них – миллиарды или триллионы звезд. Только лишь в ближайших «окрестностях» Солнечной системы – в радиусе 1,5 миллиардов световых лет – обнаружено уже около 130 сверхскоплений галактик. И все это отнюдь не напоминает некий застывший мир, этакую звездную карту, приклеенную к небесной сфере. Нет, все здесь проникнуто движением.

К середине 1980-х годов было обнаружено, что группы галактик разлетаются совместно. Наш Млечный Путь вместе со скоплением галактик в созвездии Девы, вместе со сверхскоплением галактик в созвездии Волосы Вероники, вместе с другими скоплениями космического вещества мчится со скоростью 600 километров в секунду в сторону некоего неизвестного пока, но невероятно мощного источника гравитации. Уже первые расчеты показали, что суммарная масса этого объекта примерно такова, как у нескольких десятков тысяч крупных галактик, вместе взятых.

Значительная часть видимой нами области Вселенной затягивается в эту странную «воронку», где уже скопилось, наверное, столько материи, что невозможно себе даже представить. Пытаясь прибегнуть хоть к какой-то понятной аллюзии, скажем, что так же неотвратимо вещество в центре нашей Галактики соскальзывает в черную дыру.

Один из космических картографов, Алан Дресслер, назвал этот таинственный, влекущий к себе объект «Великим аттрактором» (от английского attraction – тяготение), «Великим Источником Притяжения». Однако разглядеть что-либо в той дали, куда все мы мчимся, пока не удалось.

О природе этого объекта много спорили. Предполагали, например, что это – «космическая струна», невероятно массивный реликтовый объект, возникший в пору ранней молодости Вселенной, своего рода нитевидное искривление пространства-времени. Впрочем, дальнейшие наблюдения показали, что Великий аттрактор является самым крупным сверхскоплением галактик.

Фотография неба в направлении Великого аттрактора

Однако массы всех расположенных здесь галактических скоплений не хватит, чтобы объяснить наблюдаемый эффект. Очевидно, там, за Млечным Путем, скрываются еще какие-то грандиозные структуры, являющиеся частью Великого Источника Притяжения, но обнаружить их астрономы пока не могут. Вполне вероятно, что там сосредоточено также громадное количество темного вещества, не известного пока науке.

Расстояние от Млечного Пути до Великого аттрактора составляет примерно 250 миллионов световых лет. Расположен Великий Источник Притяжения в небе Южного полушария. Он тянется от созвездий Павлина и Индейца до созвездия Парусов. Его масса достигает ориентировочно 5 × 1016 солнечных масс. Посреди него лежит почти полностью закрытое Млечным Путем галактическое скопление в созвездии Наугольника – в его окрестностях находится множество больших и древних галактик. Они то и дело сталкиваются друг с другом, испуская мощные потоки излучения.

Эта гигантская гравитационная аномалия воздействует на другие сверхскопления, например на Великую стену Это означает, что галактические скопления в этой части Вселенной удаляются

друг от друга не так быстро, как было бы в случае однородного расширения Вселенной.

И вновь мы неотвратимо, как галактики – к Великому аттрактору, устремляемся к тому же вопросу, на который ученые пытаются ответить десятилетиями: «Как же возникли гигантские скопления галактик?» Подобный вопрос неминуемо влечет за собой другие вопросы: «Почему эти скопления выглядят так, а не иначе? И как вообще возник наш мир? Почему он таков, каким мы его видим?»

Согласно общепринятому мнению, наш мир родился около 14 миллиардов лет назад в пламени Большого взрыва. Единственной силой, упорядочившей материю, была гравитация. Однако сила эта слаба, и пока она упорядочит материю, пройдет слишком много времени. Чем больше структура, тем дольше она будет формироваться.

Становление космоса могло протекать двояким образом: «сверху вниз» (top down), когда в «первородном бульоне» зародились, а потом разрослись структуры, наблюдаемые нами теперь, или же «снизу вверх» (bottom up) – по этому сценарию, газовые туманности сгущались в звезды, звезды стягивались в галактики, те образовывали скопления и, наконец, возникала космическая пена.

В последнее время подобные процессы удалось смоделировать на компьютере. В первом случае все интересовавшие нас структуры – космическая «пена», сверхскопления и скопления галактик, а также отдельные галактики – возникали, но это занимало очень много времени, тогда как старейшие галактики появились уже 13 миллиардов лет назад. Во втором случае образовались лишь галактики и их скопления, но никакой космической «пены», никакого «Великого аттрактора» не было.

Зато не было, разумеется, недостатка в самых рискованных гипотезах, объяснявших влечение галактик друг к другу. Так, нобелевский лауреат по физике Ханнес Альфвен предположил, несмотря на скепсис коллег, что в космосе существует еще одна сила, пока неизвестная нам. Возможно, гигантские космические структуры возникают благодаря плазменным токам – электрически заряженным и высокоэнергетичным потокам газа – и созданным им магнитным полям.

Быть может, в мироздании есть и другие силы, о которых мы пока ничего не знаем? Возможно, галактики – это не просто скопление мертвой материи. Возможно, они, подобно животным, сами «сбиваются в стаи», испытывая друг к другу симпатию. Ведь никакие законы гравитации или магнетизма не заставляют

муравьев строить себе общежитие – муравейник.

Бенуа Мандельброт – человек, придумавший термин «фрактал», – сравнил структуру Вселенной с перистым облаком. По его словам, весь мир организован по фрактальному принципу. Мироздание имеет «волокнистую», разветвленную структуру, напоминая крону дерева или бронхи легких. Если это действительно так, – а многое говорит в пользу этой гипотезы, – то сие будет иметь самые фатальные последствия для наших космологических спекуляций. Ведь они опираются в основном на формулы теории относительности. Однако те справедливы лишь для однородной Вселенной, в которой материя распределена сравнительно равномерно. Для фрактальной Вселенной они не действуют. Подводя итог, повторим: никто не знает, почему во Вселенной возникли эти громадные структуры и сколько времени ушло на их формирование.

Можно лишь отметить, как похож этот космический узор на «Мультивселенную» российского космолога Андрея Линде – множество не сообщающихся друг с другом Вселенных. Ведь ее тоже можно сравнить с мыльной пеной, усеянной множеством пузырьков: одни из них раздуваются, другие сдуваются – одни Вселенные рождаются, другие гибнут. Большой взрыв, породивший наш мир, возможно, вовсе не является уникальным событием. Это – не первый и не последний Большой взрыв, раздавшийся в Мультивселенной, но вся она, сотрясаемая бессчетными взрывами, порождает все новые Вселенные, размножаясь таким образом.

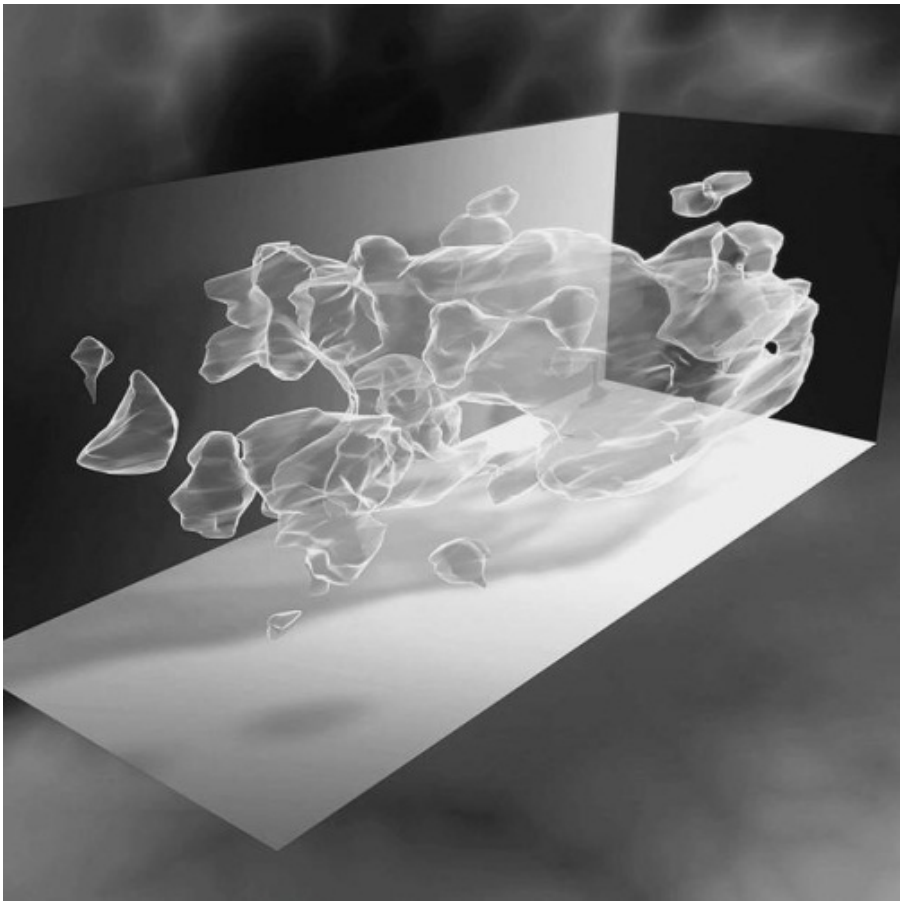
Если уж мы позволили себе сравнить Вселенную с живым существом, то эти пузырьки, возникающие в Мультивселенной, напоминают… икринки: многие из них вскоре погибнут, и лишь некоторые разовьются в огромные, полные жизни организмы – новые Вселенные. Впрочем, подобное сравнение скорее достойно пера писателя-фантаста.

Однако не будем забывать, что космос полон тайн, и, может быть, даже наша Вселенная обладает свойствами, которые нам трудно себе представить.

Загадка темного вещества

За последние годы мы свыклись с мыслью о том, что видимая материя – ее называют «барионной» – составляет меньшую часть Вселенной. Какими бы громадными ни казались нам звезды, они – песчинки, брошенные в океан тьмы. Все остальное – невидимый и неведомый мир, сказочное «то, не знаю что». Оно не затмевает свет и не улавливает потоки частиц; оно не излучает электромагнитные волны и не отражает их. Безмерная шапка-невидимка накинута на весь окружающий космос, и лишь россыпь звезд, разбросанных вокруг этого таинственного Нечто, выдает нам его очертания. Мы ощущаем неимоверную тяжесть, исходящую от него.

Это Нечто все важнее для астрономов. Оно разрослось на наших глазах. Первые сомнения в том, что все видимое нами и есть космический мир, зародились еще в 1930-е годы, когда нидерландский астроном Ян Хендрик Оорт убедился, что толщина диска Млечного Пути меньше, чем того допускает масса имеющихся здесь звезд, а работавший в США швейцарский астроном Фриц Цвикки, наблюдая за галактическим скоплением Волосы Вероники, пришел к выводу, что массы видимого вещества недостаточно, чтобы объяснить, почему все эти галактики удерживаются вместе. Однако гипотеза того же Цвикки, гласившая, что в этом скоплении галактик содержится какая-то скрытая масса – некое не видимое нами вещество – не встретила понимания у специалистов. Большинство астрономов отнеслись к его идее скептически.



Распределение темной материи в космосе

На протяжении нескольких десятилетий ученые избегали возвращаться к фактам, выявленным Оортом и Цвикки, поскольку объяснить их можно было, лишь радикально пересмотрев научную систему мира и предположив, что огромное количество вещества (или астрономических объектов?) недоступно нашему наблюдению. Точно так же физики не могут истолковать пока результаты опытов, проведенных в 2011 году в ЦЕРН и лаборатории Гран-Сассо (Швейцария / Италия), во время которых нейтрино перемещались со сверхсветовой скоростью. Может быть, и в этом случае ждать придется несколько десятилетий?

Вновь к этой загадке вернулись лишь в начале 1960-х годов, когда американский астроном Вера Рубин, анализируя, как распределяются скорости звезд в спиральных галактиках, убедилась, что они не уменьшаются по мере удаления от галактического центра, а остаются почти неизменными – около 200 километров в секунду. С этого времени в научных кругах всерьез заговорили о существовании темного вещества.

В 1980-ые годы во Вселенной были обнаружены обширные

скопления галактик. Они тоже не вписывались в привычную теорию. Подобные структуры могли возникнуть вскоре после Большого взрыва лишь потому, что в космосе гораздо больше вещества, чем мы можем заметить. Иначе бы их не было и по сей день! Очевидно, сгустки темного вещества становились своего рода «центрами конденсации» при образовании галактик. Вокруг них скапливалось обычное, видимое нами вещество. Со временем эти сгустки превратились в галактики и галактические скопления. Они расположены очень причудливо. Они напоминают бусины, нанизанные на нити. Между ними зияют огромные пустоты. Мироздание, как кто-то остроумно заметил, похоже на мириаду мыльных пузырей, улетающих вдаль.

Точнейшие измерения космического фонового излучения, проведенные в 2001 году, показали, что темное вещество не может быть горячим, то есть не может состоять из нейтрино, движущихся почти со скоростью света. Нельзя его трактовать и как совокупность массивных несветящихся объектов – коричневых карликов. Мы живем в занимательное время, подчеркивают физики, хотя общее количество темного вещества известно довольно точно – Вселенная на 23 % состоит из него, его по-прежнему невозможно идентифицировать.

До недавних пор ученые знали о темном веществе лишь одно – что оно должно быть. Появляющиеся в последнее время модели можно назвать первыми бликами в этом темном мире неведомых субстанций. В современных суперкомпьютерах наше мироздание предстает перед нами во всей его полноте и сложности. «Поразительно, что столь изящное расположение галактик не объяснить ничем иным, кроме динамики темного вещества, – отмечает автор одной из таких компьютерных моделей, астрофизик Андрей Кравцов из Чикагского университета. – Результаты подтверждают, что наши представления о том, как формировались структуры Вселенной, – а именно теория Большого взрыва и идея расширения Вселенной, – принципиально верны. Количественный анализ показывает, что именно так шло становление крупных космических структур».

Так, например, исследователи из кембриджского Института астрономии и Базельского университета составили трехмерную модель двенадцати карликовых галактик, входящих в нашу Местную группу. Анализируя движение звезд на экране монитора, ученые попробовали оценить влияние темного вещества – той тайной силы, без которой эти коллекции небесных тел рассыпались бы в беспорядке, как… музейные экспонаты, исчезни вдруг темные остовы стеллажей, удерживающие их. По какому же каркасу скользили компьютерные светила? По пузырям из

темного вещества, протянувшимся в среднем на тысячу световых лет.

Тем временем существование темного вещества подтверждают не только выкладки теоретиков, но и результаты астрономических наблюдений. В последние двадцать лет с помощью телескопа «Хаббл» не раз удавалось наблюдать близ галактических скоплений огромные светящиеся дуги, арки или круги. Масса этих скоплений так велика, что отклоняет свет, излучаемый лежащими за ними звездными системами. Астрономы говорят о так называемых «гравитационных линзах». Как показали вычисления, их масса должна быть раз в 60 больше суммарной массы звезд, образующих скопления. Таким образом, эти «линзы», вероятно, состоят в основном из темного вещества.

Первое, как полагают, прямое свидетельство существования темного вещества обнародовали в 2006 году Дуглас Клоув и Максим Маркевич. Группа американских астрономов наблюдала под их руководством за столкновением двух галактических скоплений в 3,8 миллиардах световых лет от Земли. Во время этой коллизии одно скопление прошило другое – пробило его насквозь, как пуля, а потому их конгломерат, помимо официального наименования 1E0657—56, наградили еще и прозвищем «Пулевидное скопление».

Как известно, в галактическом скоплении масса горячего газа, находящегося между галактиками, намного превышает суммарную массу звезд галактики. Поэтому такие коллизии начинаются с того, что громадные массы газа сталкиваются друг с другом, замедляют свое движение и разогреваются. После столкновения большая часть обычного вещества образовала огненный газовый шар, он расположился посредине Пулевидного скопления, в то время как темное вещество, как и ожидали ученые, окружило его.

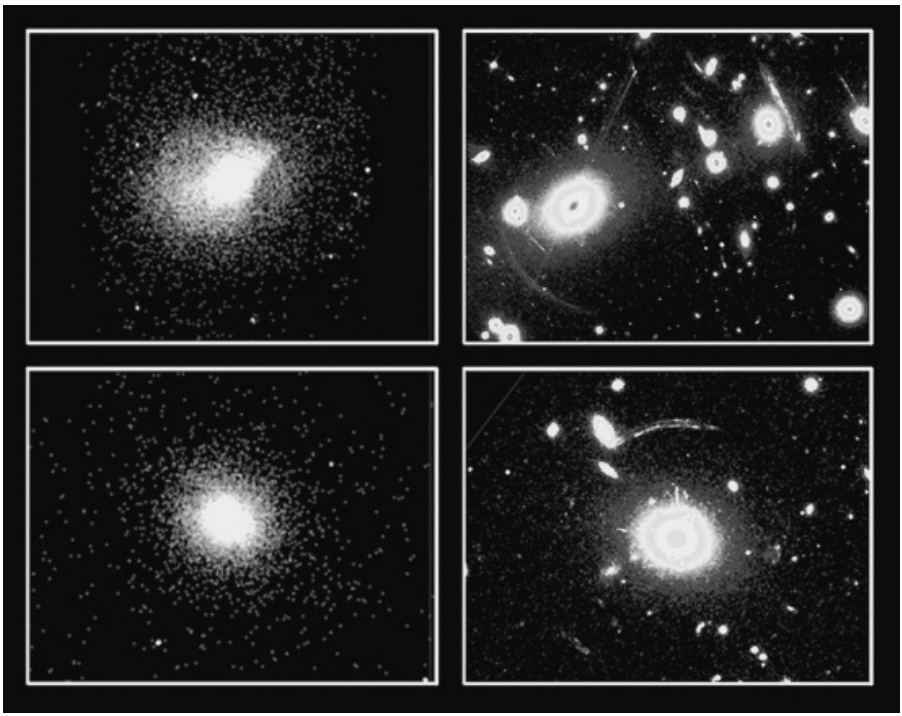
Это выяснилось вот почему. Такой массивный объект, как Пулевидное скопление, служит настоящей гравитационной линзой. Однако здесь основной фокусирующий эффект создавала не центральная часть скопления, где и были видны газовые массы, а периферическая, где зримого нами вещества почти не было. Очевидно, там находилось темное вещество. Оно не взаимодействует ни с обычным веществом, ни с самим собой. Поэтому, кстати, оно вообще не заметило столкновения галактик – осталось не потревожено им.

Физики выдвигают различные гипотезы, пытаясь объяснить, какими могут быть частицы, составляющие темное вещество. Однако его происхождение по-прежнему остается загадкой.

Из чего состоит темное вещество?

Происхождение темного вещества по-прежнему остается загадкой. Может ли оно, например, состоять из холодного межзвездного газа, не испускающего никакого излучения? Против этой гипотезы говорит тот факт, что клубы газа могут разогреваться, а значит, тогда они переходят в категорию «обычного (барионного) вещества». Кроме того, совокупной массы холодного газа недостаточно, чтобы устранить выявленный дефицит.

А вот другая гипотеза, не требующая от нас пополнять мироздание сонмом неведомых элементарных частиц: все дело в холодных пылевых облаках. Их температура опять же, предполагается, настолько низка, что они не испускают никакого излучения, а потому их невозможно обнаружить. Однако огромные массы этой «ледяной пыли» все равно должны отражать звездный свет, а потому их можно увидеть в инфракрасном диапазоне. Кроме того, гигантские пылевые облака повлияли бы на зарождение звезд и так, пусть и косвенно, напомнили бы о себе.



Природа темного вещества порождает много теорий

В поисках недостающей массы вспомнили даже о коричневых карликах. Но расчеты показывают, что те могут составлять лишь малую часть таинственной скрытой массы.

Итак, ученые строят самые разные гипотезы, пытаясь объяснить природу темного вещества. Очевидно, оно состоит из не описанных Стандартной моделью физики и не открытых пока еще частиц. Небарионное темное вещество делят на горячее и холодное.

К первой категории долго причисляли нейтрино. Однако массы всех нейтрино в нашей Вселенной опять же не хватит, чтобы объяснить феномен темного вещества. В любом случае, если оно состоит из каких-то легких частиц, движущихся со скоростью, близкой к световой, то из двух сценариев зарождения крупных структур во Вселенной был бы справедлив тот, что условно называют «top down». Поначалу в космосе возникали громадные флуктуации вещества, из которых зарождались галактические скопления. В отдельных частях этих сгустков появлялись свои неоднородности – прообразы будущих галактик. Внутри них проступали небольшие комочки – будущие звезды, окруженные своими протопланетными дисками. Однако результаты наблюдений последних лет свидетельствуют о противоположном механизме формирования Вселенной; он получил название «bottom up». К тому времени, когда началось образование галактических скоплений, галактики давно уже зародились. Поэтому горячее небарионное вещество может составлять лишь малую часть темного вещества.

По мере того как все другие кандидаты отвергаются, все больший интерес у ученых вызывает «холодное небарионное вещество». Иными словами, это не открытые пока элементарные частицы, которые могут вступать лишь в гравитационное и слабое взаимодействие с видимым нами веществом. Никакого иного влияния они не оказывают; у них нет электрического заряда; они «не замечают» даже друг друга. Их условно называют – WIMPs, Weakly Interacting Massive Particles, «слабо взаимодействующие массивные частицы». Ведь эти долгоживущие частицы, как показывают расчеты, должны быть гораздо тяжелее протонов. Именно благодаря их огромным скоплениям Вселенная могла сформироваться по иерархическому принципу: от звезд к галактикам и далее к более крупным космическим структурам. Нейтрино же слишком быстро двигались для того, чтобы вокруг них могли образоваться сгустки.

Впрочем, согласно одной из гипотез, в ранней Вселенной даже слабо взаимодействующие частицы перемещались очень быстро. Лишь когда они поумерили свою скорость, началось

зарождение галактик. Предполагается, что при распаде WIMPs могли возникать фотоны и электроны – они разрушали легкие атомные ядра, с которыми сталкивались. Возможно, поэтому во Вселенной содержится меньше лития, чем того требует теория.

«Как океан объемлет шар земной», так видимый мир объят темным веществом. Быть может, триллионы его частиц каждую секунду пролетают сквозь наши тела, а мы даже не замечаем этого – они для нас призраки в квадрате, в кубе, как и мы – для них.

Так что это за великие скрытники, никак не проявляющие себя? Уж не идет ли речь о суперсимметричных частицах? Как полагают исследователи, у каждой известной нам элементарной частицы есть свой двойник, например, у фотона – это фотино, у нейтрино – нейтралино. Открытие этих двойников станет очередным триумфом современной физики. Ученые могут даже описать некоторые свойства, которыми обладают суперсимметричные частицы. Они в несколько десятков – тысячу раз тяжелее протонов. До появления Большого адронного коллайдера современные ускорители не располагали достаточной мощностью, чтобы порождать подобные частицы. Но, возможно, в ближайшие годы они все-таки будут найдены. По крайней мере, результаты некоторых экспериментов, проведенных в последнее время, убеждают, что по ту сторону Стандартной модели действительно лежит «новая физика», которую есть смысл поискать.

В настоящее время созданы и специальные криогенные детекторы, чтобы обнаруживать такие редчайшие события, как столкновения слабо взаимодействующих частиц с атомными ядрами. Последние должны испускать излучение при этих коллизиях. Подобные эксперименты проводятся сейчас американскими, французскими, немецкими, британскими и итальянскими учеными.

Вот предполагаемый портрет одного из призраков. Частица, называемая «нейтралино», во многом похожа на нейтрино, но ее масса составляет от нескольких десятков до сотни масс протона. Движутся подобные частицы очень медленно, а потому температура тех скоплений, что они образуют, должна быть чрезвычайно низка. Если бы Вселенная состояла только из нейтралино, отмечают астрофизики, это была бы темная и «холодная» Вселенная, а если бы из нейтрино – то Вселенная была бы темной и «горячей».

Наконец, еще одна гипотеза допускает существование такой элементарной частицы, как аксион. Она, как ожидается, имеет очень малую массу – гораздо меньше массы электрона. Однако

близ мощных источников гравитации, например, возле звезд, могут существовать более массивные, но зато очень недолговечные аксионы – они распадаются на пару фотонов. Их скопления могут стать источниками рассеянного рентгеновского излучения. Такие источники в самом деле обнаружены. Но пока неизвестно, имеют ли к ним отношение аксионы.

Компьютерный анализ распределения темного вещества, проделанный несколько лет назад американским физиком Чанг-Пэй Ма, показал, что оно не рассеяно во Вселенной беспорядочно. Во многом оно ведет себя, как обычное вещество. Оно образует галактики разной протяженности, причем преобладают небольшие галактики. Словно тени, они движутся среди обычных галактик, незримо сопровождая их.

«В отличие от барионной материи, которая концентрируется к центру Галактики, образуя классический диск, – пишет российский астроном Л.В. Ксанфомалити, – темная масса распределена более равномерно в гало, охватывающем Галактику гигантской сферой. В этом смысле вокруг и внутри нашей звездной системы находится еще одна галактика». Наш Млечный Путь, например, располагается внутри подобной сферы, которая в три раза больше его в поперечнике.

Однако опубликованные в 2010 году результаты наблюдения за тем, как распределены карликовые галактики в нашей Местной группе (руководил этим исследованием астроном Павел Кроупа, работавший в Германии и Австралии), ставят под сомнение модель, которая допускает существование темного вещества. Может быть, все-таки не верна механика Ньютона и ее следовало бы улучшить, модифицировать?

Вселенная состоит из темной энергии?

Еще в 1917 году, описывая Вселенную, Альберт Эйнштейн ввел в формулу «космологическую постоянную» – своего рода «антигравитацию», энергию, свойственную пространству как таковому. В то время большинство ученых были убеждены в том, что Вселенная пребывает в равновесии. Без этой же константы она неминуемо расширялась или сжималась. Искусным хитросплетением формул Эйнштейн очертил космос, словно рамкой. Портрет его был завершен.

Однако факты все-таки вмешались и потрясли теорию Эйнштейна до основания. Разлетающиеся вдаль галактики, словно стены крепости, отброшенные взрывом, смели прежние построения знаменитого физика. Он списал космологическую постоянную за ненадобностью. Лишь полвека спустя новые астрономические открытия убедили научный мир в том, что интуитивный вымысел Эйнштейна имел самое прямое отношение к реальности.

В конце XX века в научных кругах утвердилась уверенность в том, что существует некая «энергия», определяющая судьбу Вселенной, ее неуклонное расширение. «В мире присутствует не только всемирное тяготение, но и всемирное антитяготение», – пишет российский астрофизик А.Д. Чернин. Неизвестный вид энергии заполняет все пространство и вызывает взаимное отталкивание вещества. Природа этой энергии остается загадочной; она не может быть объяснена с позиций Стандартной модели космологии, поэтому ее и назвали «темной энергией». Это определение дал ей в 1999 году американский астрофизик Майкл Тернер.

По результатам наблюдений последних лет астрофизики создали новую модель Вселенной

Именно темная энергия считается теперь «мотором», приводящим Вселенную в движение. Она заставляет наш мир все быстрее расширяться. Она разбрасывает части космоса во все стороны, словно росток, пробиваясь из-под земли, раздвигает клейкие комки. Однако эта энергия столь же бесплотна, как тень, и призрачна, как мрак: она не взаимодействует с обычным веществом и не испускает электромагнитное излучение. Она равномерно распределена, и пока нигде не замечено сгустков

темной энергии.

Открыли эту самую великую и неприметную стихию две группы ученых, наблюдавшие за отдаленными вспышками сверхновых звезд. В 1998 году руководители этих групп, американские астрономы Сол Перлмуттер и Адам Рис, а также их австралийский коллега Брайан Шмидт (в октябре 2011 года все они получили Нобелевскую премию по физике), опубликовали результаты исследования сверхновых типа Ia, взорвавшихся от 2 до 7 миллиардов лет назад. Речь идет о белых карликах, расстояние до которых мы можем точно определить. Оказалось, что они находятся на 10–15 % дальше, чем следовало бы, если бы расширение Вселенной замедлялось. Так ученые вынуждены были признать: что-то распирает космос, оказывает на него отрицательное давление.

Дальнейшие исследования вновь принесли сенсацию. В далеком прошлом Вселенная расширялась медленнее, чем теперь. Сила гравитации сдерживала бег видимой материи. «Наша Вселенная напоминает обычного автомобилиста: она то тормозит, увидев красный свет, то залихватски мчится, заметив зеленый», – так сформулировал краткую историю космоса Адам Рис. Роль светофора поочередно выполняли гравитация и антигравитация.

Около 7 миллиардов лет назад «включилась» последняя – то бишь темная энергия. Как показывают теоретические модели, она переборола силу, противодействовавшую ей. Ее плотность, как полагают, со временем не меняется, в то время как плотность обычного вещества падает, ведь космическое пространство становится все обширнее. С тех пор Вселенная неудержимо расширяется, хотя «мотор», приводящий ее в движение, по-прежнему спрятан за кулисами.

По результатам наблюдений последних лет – и, в первую очередь, исследований, проведенных зондом Уилкинсона, – астрофизики создали новую модель Вселенной. Согласно ей, Вселенная состоит на 72 % из темной энергии, на 23 % – из темного вещества, а также содержит около 4,6 % обычного вещества в самых разных его проявлениях – от атомов водорода, снующих в космическом пространстве, до сверхплотных нейтронных звезд – и около 0,3 % нейтрино.

Общее количество темной энергии невероятно велико, но, поскольку она разлита по всему мирозданию, ее плотность, как показывают расчеты, не превышает четырех электронвольт на кубический миллиметр. Для сравнения: масса покоя одного электрона равна 511 тысячам электронвольт.

Так какова может быть природа темной энергии? Миновать этот вопрос нельзя. Ведь невозможно описать фундаментальные

свойства времени, пространства, материи и энергии, игнорируя основной компонент Вселенной. Пока «темная энергия – пожалуй, главная загадка современного естествознания», отмечает на страницах журнала «Знание – сила» академик В.А. Рубаков.

Может быть, все дело в вакууме? Согласно квантовой теории, вакуум никогда не бывает пустым. В нем непрестанно рождаются и исчезают частицы. Многие ученые полагают, что энергия вакуума и есть темная энергия. Так, еще в середине 1960-х годов советский физик Э.Б. Глинер заметил, что гипотеза о космологической постоянной равнозначна предположению о том, что во Вселенной существует некая идеальная однородная «среда». Однако подобная среда и впрямь есть. Это – вакуум. «Но когда теоретики, – пишет Адам Рис, – попытались вычислить плотность энергии, связанной с квантовым вакуумом, то получили значение на 120 порядков выше необходимого». Пока неизвестно, чем объясняется такой чудовищный разрыв между теоретическими и опытными данными.

Удивляет и другое. Почему все-таки действие антигравитации проявилось так поздно? «Пусть мы не знаем пока, что такое темная энергия, мы убеждены в том, что, изучая ее, поймем, каким образом на ранней стадии Вселенной были взаимосвязаны фундаментальные силы и элементарные частицы, – подчеркивает Майкл Тернер. – Путь к этому пониманию лежит через телескопы, а не через ускорители».

Итак, в рамках общей теории относительности можно истолковать темную энергию как среду, испытывающую действие антигравитации. В квантовой теории она готова предстать в обличье вакуумной энергии. Есть и другие объяснения.

В 1998 году американские физики Пол Стейнхардт, Ричард Колдуэлл и Рауль Дэйв предположили, что за темной энергией скрывается не космологическая постоянная, а неизвестное пока квантовое поле, не описываемое Стандартной моделью физики. Оно пронизывает все пространство и вызывает непрестанное расширение Вселенной. Оно мало напоминает электрическое или магнитное поля и действует как антигравитационная сила. Стейнхардт и коллеги назвали его «квинтэссенцией», вспомнив одну из основ мироздания, придуманную Аристотелем в дополнение к уже известным четырем стихиям – огню, воде, земле и воздуху.

В этой гипотезе темная энергия меняется со временем. «Тогда она естественным образом может достичь своего нынешнего значения», – рассуждает Стейнхардт. Приняв подобную идею, можно не удивляться: «Почему так поздно?» Остается лишь опасаться, что со временем значение этой плотности снова

изменится, и тогда Вселенная начнет ускоренно сжиматься, превращаясь из «бесконечности» в точку грядущего Большого взрыва.

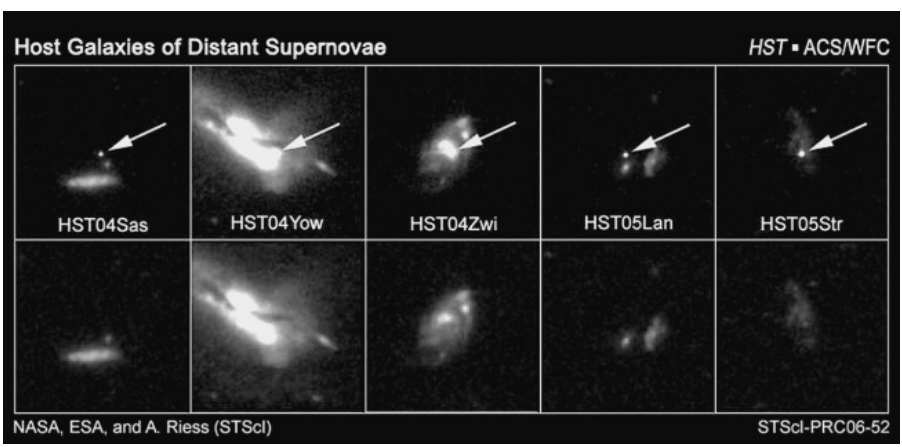
Некоторые гипотезы звучат еще радикальнее. Авторы одних готовы упразднить темную энергию, авторы других меняют сам образ мира, то заставляя свет мчаться с какой угодно скоростью, то отрицая принцип однородности Вселенной. Возможно, космологические уравнения требуют уточнения. В таком случае, нельзя ли вообще обойтись без помощи темной энергии?

Темная энергия: все только иллюзия?

Новые размышления приводят к тревожным выводам. Возможно, темная энергия – это грандиозная ошибка? Космологи просто просчитались, пытаясь описать Вселенную? Быть может, мы живем в совершенно особом ее уголке и нам нельзя распространять полученные нами данные на все мироздание? Темная энергия – это иллюзия?

Это «еретическое» мнение некоторых исследователей взволновало научный мир.

Так, Эдвард Колб из Чикагского университета, Антонио Риотто из ЦЕРН и канадский физик Джон Моффат полагают, что плотность всей наблюдаемой нами части Вселенной ниже средней величины. Говоря иными словами, плотность той части Вселенной, что недоступна нашим телескопам, выше плотности видимой нами части мироздания. Возник этот перепад плотности благодаря космической инфляции, когда крохотные сгустки вещества в считаные доли секунды разрослись до вселенских размеров. Итак, та часть космоса, которую мы не видим, не расширяется ускоренно, зато создает своего рода тягу, и потому наша область космоса ускоренно расширяется.



Снимки сверхновых, сделанные космическим телескопом «Хаббл», позволили ученым предположить, что темная энергия является важной составляющей Вселенной

Что мы имеем в остатке? Темная энергия не нужна. Она существует, если справедлив важнейший космологический принцип: наша Вселенная однородна и изотропна. Только тогда можно описывать процессы, протекающие во Вселенной, и ее

структуру с помощью общей теории относительности. Если мы отказываемся от этого принципа, то результаты наблюдений следует трактовать не так однозначно. В таком случае, темная энергия может оказаться фикцией космического масштаба.

Еще одну гипотезу предложил астрофизик Субир Саркар из Оксфордского университета. По его мнению, не только темная энергия не существует, но и Вселенная не расширяется ускоренно. «Наблюдают другое, видят, что отдаленные сверхновые звезды светят слабее, чем предполагает Стандартная модель. Этот эффект нельзя объяснить тем, что часть излучения поглощает пыль. Потому принято считать, что эти звезды находятся дальше от нас, чем ожидалось. Но ведь можно же предположить, что наша Вселенная неоднородна, вместо того чтобы использовать модель однородной Вселенной при интерпретации фактов. Может быть, скорость расширения нашей области космоса выше среднего показателя в отдаленных частях Вселенной, а потому мы ошибочно определяем расстояние до сверхновых звезд – наши результаты получаются завышенными». Впрочем, пока картина распределения галактик все-таки больше соответствует Стандартной модели, хотя новые результаты измерений могут внести какие-то уточнения.

Израильский астрофизик Мордехай Мильгром вообще сомневается в том, что закон всемирного тяготения справедлив. Он предложил «модифицированную ньютоновскую динамику», и надо думать, что желающие «подправить старика Ньютона» не переведутся ни на Западе, ни у нас. По его мнению, на очень больших расстояниях гравитация становится слабее, чем полагает традиция. Британский физик Мартин Рис так оценил его старания: «К гипотезе Мильгрома можно будет обратиться лишь в том случае, если все поиски темной энергии окажутся бесплодными и все иные возможности будут исключены».

В принципе, закон всемирного тяготения Ньютона уже трижды пришлось модифицировать. Он не действует на очень маленьких расстояниях, где главенствуют квантово-механические эффекты. При скоростях, превышающих 10 % световой скорости, ньютоновская механика заменяется частной теорией относительности Эйнштейна, а для очень массивных объектов – его же общей теорией относительности. Поэтому специалисты не исключают, что рано или поздно, если существование темной энергии не подтвердится, придется снова модифицировать многострадальный закон Ньютона.

Португальский физик Жоао Магуэхо ради новой любимицы физиков готов поступиться еще одной догмой. Он предположил, что на начальной стадии Вселенной скорость света была в

миллиард раз выше, чем теперь. По мере расширения и остывания Вселенной скорость света уменьшалась, а когда температура Вселенной достигла некоего критического значения, произошел «фазовый переход» – что-то вроде превращения воды в лед: скорость света «застыла» на нынешнем уровне. В таком случае наблюдения за сверхновыми звездами можно истолковать иначе. Однако исследования космического фонового излучения, проведенные в начале 2000-х годов, опровергли эту гипотезу.

По мнению Энн Нельсон, Дэвида Каплана и Нила Уайнера из Вашингтонского университета, за темной энергией скрывается новый, неизвестный прежде тип элементарных частиц – акселероны (от английского acceleration, «ускорение»). Они взаимодействуют лишь с нейтрино и ни с какими другими элементарными частицами. Взаимное отталкивание акселеронов и нейтрино, мчащихся почти со световой скоростью и практически не реагирующих с обычным веществом, вызывает ускоренное расширение Вселенной. В результате термоядерных реакций, протекающих в недрах звезд, количество нейтрино все растет, и Вселенная все увеличивается. Однако чем дальше будут разлетаться нейтрино, тем медленнее продолжит расширяться Вселенная.

Наконец, по мнению грузинского физика Гиа Двали из Нью-Йоркского университета, за темной энергией скрываются… недоступные нам размерности пространства. Так темная энергия соединяется с «теорией струн». Согласно ей, многие свойства частиц легко объяснимы, если допустить, что они состоят из… незримо тонких, вибрирующих нитей. От характера колебаний зависит облик частицы – ее масса, заряд, спин.

Двали развивает эту теорию и, хотя в его изложении она напоминает рассуждения уфолога, все основано на строгом математическом расчете. Итак, возможно, мы все-таки способны проникнуть в мир, по «теории струн», недоступный нам, и можем даже контактировать с ним. Мы обязаны этим гравитации. Она – единственная сила, которой дано преодолеть границы размерностей и воздействовать на микроскопические миры и наоборот. Дополнительные измерения ослабляют тяготение, ведь часть гипотетических «частиц гравитации» – гравитонов – ускользает в другие измерения, а потому сила взаимного притяжения галактик ослабевает и космос стремительно расширяется. Наблюдается «утечка гравитации».

Так, взявшись исследовать открытую недавно темную энергию и начав путешествие там, где о ней еще ничего не знали, мы неожиданно очутились там, где о ней уже ничего не хотят знать. Что ж, остановимся и соберемся с силами для новых

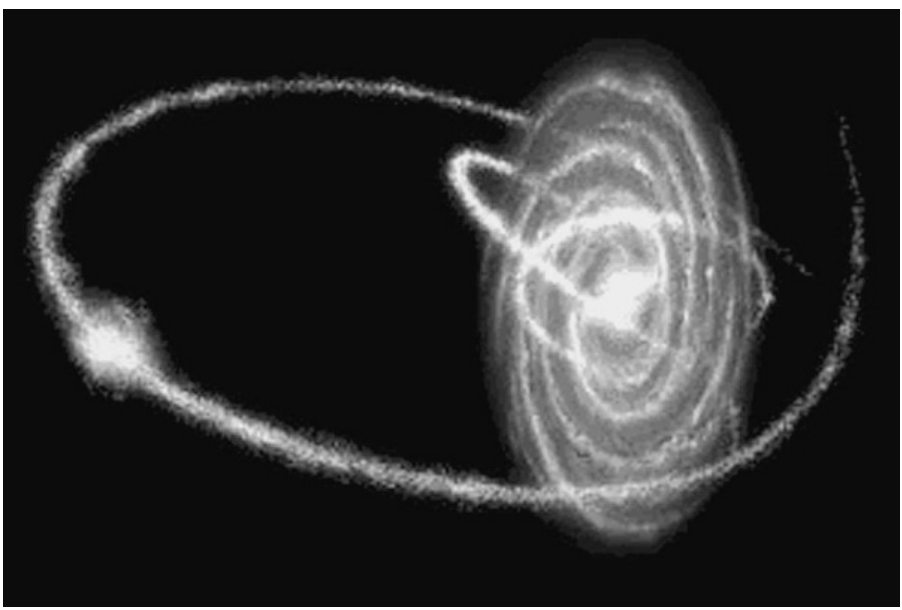
странствий по темной стороне Вселенной. В путеводителях недостатка не будет. В ближайшие годы появится еще немало теорий, описывающих природу этого невидимого и неведомого мира, сказочного «то, не знаю что». И, может быть, загадочный мир темной энергии внезапно исчезнет, как морок, растает, словно дым. Во всяком случае, Адам Рис и Майкл Тернер, авторитетные исследователи этого мира, не отрицают такой возможности. В их статье, опубликованной на страницах «Scientific American», есть и такие строки: «Не исключено, впрочем, что темной энергии вообще нет и нужно пересмотреть теорию гравитации Эйнштейна».

Современная ситуация в космологии кажется весьма запутанной. Необходимо дальнейшее изучение взрывов сверхновых звезд и картины распределения вещества во Вселенной. В начале 2010-х годов НАСА и Европейское космическое агентство планируют запуск на орбиту новых телескопов и приборов, предназначенных для изучения темной энергии. Возможно, тогда станет окончательно ясно, что такое темная энергия – иллюзия или блистательное научное прозрение.

Существуют ли зеркальные миры?

В последние годы нет-нет, да и появятся сообщения о том, что внутри Солнечной системы существует параллельный мир, который состоит из скрытого вещества и является нашим «зеркальным отражением». Что кроется за этой сенсацией? И если подобный мир впрямь существует, где именно он находится? И чем может обернуться для нас его таинственное бытие?

Физик Роберт Фут из Мельбурнского университета показал недавно, что теория суперсимметрии «допускает существование зеркальных миров». В таком случае нематериальное может превращаться в материальное и наоборот: материя – перетекать в мысль, а мысль – в материю.



Теория суперсимметрии допускает существование зеркальных миров

Из его расчетов явствует, что рядом с нами пребывает незримый, неосязаемый мир, этакое «вещество наших снов», разлитое всюду. Расстояние между двумя мирами, быть может, меньше длины атома! Как ни фантастична эта идея, она опирается исключительно на формулы и факты, собранные Футом в его книге «Shadowlands» («Царство теней»).

Астрономы давно задавались вопросом: почему галактики не разлетаются в стороны под действием центробежных сил? В конце концов они предположили, что видимое нами вещество составляет лишь около 4 % вещества Вселенной. Все остальное,

очевидно, сложено из не открытых пока элементарных частиц. Все остальное, полагает Роберт Фут, состоит из «зеркальных» частиц, а мы не можем их увидеть. Зеркальное вещество удерживает галактики. Без него все мироздание распалось бы.

Недавно было сделано странное открытие. Оказалось, что есть планеты, не обращающиеся вокруг звезд. Они бороздят космическую даль в полном одиночестве. Так ли? По мнению Фута, эти планеты зародились возле звезд, состоящих из зеркальной материи, и теперь сопровождают их – они же нам не видны.

В начале 1970-х годов стартовали автоматические станции «Пионер-10 и -11». Покинув Солнечную систему, они стали продвигаться заметно медленнее. Что тормозит их полет? Уж не зеркальная ли материя, вставшая стеной на их пути?

В 1908 году произошла памятная катастрофа – падение «Тунгусского метеорита». Вот уже столетие энтузиасты ищут осколки этой глыбы, но не могут найти – как будто шапка-невидимка слетела на сибирскую тайгу, выкосив лес на огромной территории. Но, может быть, так оно и есть? Незримая «зеркальная» глыба рухнула на безлюдную тайгу, словно предупреждая, как опасны для Земли столкновения с любыми подобными объектами.

Моделируя зарождение Солнечной системы, астрофизики пришли к выводу, что в ее пределах должно быть в сотни раз больше комет, чем наблюдается. В чем дело? Как и в случае с недостающей массой мироздания, Фут легко нашел причину дефицита. Все остальные кометы сложены из зеркальной материи. Как их разглядишь, этих хвостатых странниц, не отбрасывающих за собой даже тени?

Так существует ли зеркальная материя или это лишь захватывающая воображение выдумка? В самом деле, большинство ученых скептически относятся к идеям Роберта Фута. Кажется, все явления мироздания он готов упрямо объяснять происками зеркальной материи. Он встречает ее на каждом шагу, на каждой пяди космоса.

Вот только в истории науки не раз бывало так, что самые абсурдные теории, которым отказывалось верить большинство современников, со временем принимались всеми на веру. Их правоту доказывали собранные постепенно факты.

Кто сразу поверил английскому физику Полю Дираку, когда тот заговорил о вещах несуразных – об античастицах? Теория дрейфующих континентов Альфреда Вегенера была гневно отвергнута и на многие десятилетия забыта. А разве умение Николая Лобачевского сводить в одну точку параллельные

прямые принесло ему немедленную славу? Подобных примеров множество. Новую, парадоксальную теорию непременно встречают в штыки. Когда же эта идея утверждает свою правоту, перед нами порой открывается новый мир, о котором прежде не догадывались.

А как изменят наш мир идеи Роберта Фута, если прав этот «зеркальный человек»? Пофантазируем!

В суперсимметричном Зазеркалье свет превращается в вещество. И если мы возьмем на себя смелость и приравняем докучное трепетанье мыслей к сугубо волновым явлениям, то наши фантазии станут непререкаемой явью. Любой наш помысел в мире здешнем моментально воплотится в зеркальном мире, сопряженном с нашим. Там воскресают ежеминутно все, кого мы вспоминаем здесь. Там все еще длятся наши счастливые, прожитые здесь дни. Там любые наши планы – давно свершившийся факт.

Некоторые исследования современных физиологов мешают отвергнуть с ходу эту фантастичную картину. Так, британский профессор Макфадден полагает, что наше сознание обусловлено воздействием электромагнитного поля, возникающего вокруг головного мозга. Если поверить ему на слово, остальное нетрудно домыслить. Любые мысли – это энергетические импульсы, а энергия в суперсимметричном мире превращается в вещество, мысли материализуются. Если этого мира прежде не существовало, то я подумал о нем, и значит, где-то он уже воплотился наяву. Где?

Всюду, вокруг нас, рядом с нами. Он же незримый, неосязаемый, ему найдется место везде. Если, прикорнув на диване, вы увидели мимолетное виденье, оно расположится тут же, ничуть не помешав вам. Способно же зеркало, этот вестник неведомых прежде миров, в свои несколько квадратных сантиметров пространства втиснуть весь интерьер комнаты, не исказив ни одной пропорции, не потеснив ни одного предмета. Воистину, впору сказать вслед за Х.Л. Борхесом: бойтесь зеркал, ибо они умножают сущности! Сам же он, тенью мелькнув в Зазеркалье, кивнет в знак согласия.

С незапамятных времен все религии твердили нам о потустороннем мире, подчеркивая, что проникнуть туда может каждый, надо лишь приложить усилие: тщательно сконцентрировать свои мысли (этот «энергетический пучок», скажут некоторые исследователи). Достигается это медитацией, молитвами, длительным постом и другими формами аскезы.

Так ли это? Или речь идет лишь о галлюцинациях, вызванных непосильным напряжением? А если это так, то к каким

практическим последствиям могут привести подобные опыты? Ведь мы не зря разбрасывались словечком «наоборот». Тем странен «зеркальный мир», что он способен влиять на объект, отразившийся в нем, как магнитное поле влияет на электрическое, электрическое – на магнитное, вещество – на антивещество, а оно – на вещество. И, может быть, потоки наших мыслей, воплощенные в мире Зазеркалья, «эхом» возвращаются к нам; их энергия «конденсируется» в виде неких событий, которых бы не было, если бы мы сами не напророчили их? Сердце-вещун не чует беду, оно ее накликает. Это так? Можно ли управлять подобными процессами? Появятся ли моторчики, работающие не на электричестве, а на «веществе наших снов»?

Оставим подобные вопросы исследователям XXI века, ведь, по мнению многих авторитетных ученых, мы стоим на пороге открытия суперсимметричных частиц. Пока же процитируем фрагмент статьи Стюарта Кларка «50 самых главных вопросов о Вселенной», опубликованный в журнале «Наука в фокусе» (9/2011): «Существует идея некой зеркальной материи, которая может образовывать зеркальные атомы, формирующие зеркальные звезды, планеты и жизнь. Если зеркальная материя действительно существует, то целая зеркальная Вселенная может незримо существовать наряду с нашей. Единственным ее проявлением для нас будет ее гравитационное притяжение».

Есть ли в космосе антимиры из антивещества?

Ему, антивеществу, почти 14 миллиардов лет, сколько и нашей Вселенной. И ему, антивеществу, всего каких-то сто лет. Почти ровно столько оно возникает в научных моделях, поверочных расчетах, смелых гипотезах, странных экспериментах. Сто лет – на короткие мгновения – рождается в чуждом ему мире, где все пяди пространства вплоть до незримых планковских размерностей заполнены привычным для нас веществом, но никак не антивеществом.

Придумал эту странную субстанцию Поль Дирак в конце 1920-х годов. Он стремился объединить две крайности физической науки, две новомодные теории – общую теорию относительности Эйнштейна и квантовую теорию, «свести к единому знаменателю» Макрокосм и Микрокосм. Однако, удивительным образом, в его уравнениях наряду с электронами получали право на жизнь и частицы, точь-в-точь похожие на них, но заряженные положительно, – неслыханная новация для классической физики. С другой стороны, в математическом решении, предложенном Дираком, не было видно изъянов, а весь многовековой опыт приучил ученых к мысли о том, что математика – впрямь «царица наук». Что сказано на языке цифр, то не может быть неправдой!

Через несколько лет, в августе 1932 года, в одном из экспериментов «антиэлектрон» был действительно обнаружен. За свой положительный – позитивный – заряд он был удостоен имени «позитрон». Теперь известно, что у всех элементарных частиц есть свои антиподы – античастицы. Знаменитый немецкий физик Вернер Гейзенберг назвал открытие антивещества «самым неожиданным открытием XX века».

Так приотворилась дверца в неведомый мир, с которым мы прежде не соприкасались. Ведь любой контакт с ним гибелен. При встрече частиц и античастиц они аннигилируют, уничтожаются.

Когда в 1933 году Поль Дирак получал Нобелевскую премию, он произнес речь, в которой обмолвился, что Земля по случайности состоит из вещества, а не из антивещества. «Возможно, – фантазировал он, – с некоторыми небесными телами все обстоит как раз наоборот». Иными словами, в представлении Дирака, где-то в неизведанной космической дали свершали свой бег антипланеты, обращаясь вокруг антизвеад.

Что же подвигло британского ученого на столь смелый

вывод? Ее величество Симметрия, пронизывающая все мироздание. С незапамятных времен философы всех народов почитают симметрию, являющую всякой сущности ее отражение, всякому естеству – его противоположность.

Полвека назад эта всепроникающая Симметрия лежала в основе современной космологии, описывавшей акт сотворения Вселенной – Большой взрыв. В это мгновение, когда Ничто превратилось в Нечто, родился в высшей степени симметричный объект. Вещества в нем было столько же, сколько и антивещества.

Однако эта же модель немедленно полагала предел мирозданию. Частицы встречались с античастицами, вещество с антивеществом – и аннигилировали, аннигилировали… Лишь гамма-вспышки проносились по вмиг опустевшему космосу.

Почему же в первые мгновения после Большого взрыва все частицы не уничтожились, встретившись со своими античастицами? Почему существует этот – такой реальный, такой зримый – мир, сложенный из элементарных частиц? Где затерялись их двойники?

Как оказалось, в нашей Вселенной изначально был изъян. По какой-то причине Великая Симметрия, рождающая и стирающая миры, нарушилась. Законы природы для частиц и античастиц стали разниться. Количество вещества превысило запасы антивещества. И после вселенского фейерверка, выжегшего, возможно, почти все антивещество, остался результат нарушения Симметрии – звезды, галактики, мы.

По общепринятому теперь сценарию (его творцом является А.Д. Сахаров), всего через миллионную долю секунды после Большого взрыва почти все вещество в нашем мироздании (99,99999999 %), погибло, соприкоснувшись с антивеществом. История сотворения Вселенной началась с истории ее разрушения.

Этот космический «судный миг» пережили, по некоторым оценкам, всего по одной элементарной частице из каждых 30 миллиардов. Все это – незримые семена, из которых пророс наш – такой необъятный – мир. Из этой горстки частиц соткана даль мироздания с ее гигантскими скоплениями галактик. Из крох, уцелевших в Микрокосме, возведен величественный Макрокосм.

Итак, мы обязаны своим существованием нарушению симметрии, этому дефекту законов природы? В Божественный план, по которому создавался космос, вкралась ошибка? Мир должен быть рожден так, как возникают в вакууме виртуальные пары частиц и античастиц, – возникают, чтобы сразу исчезнуть? Здесь это правило не сработало.

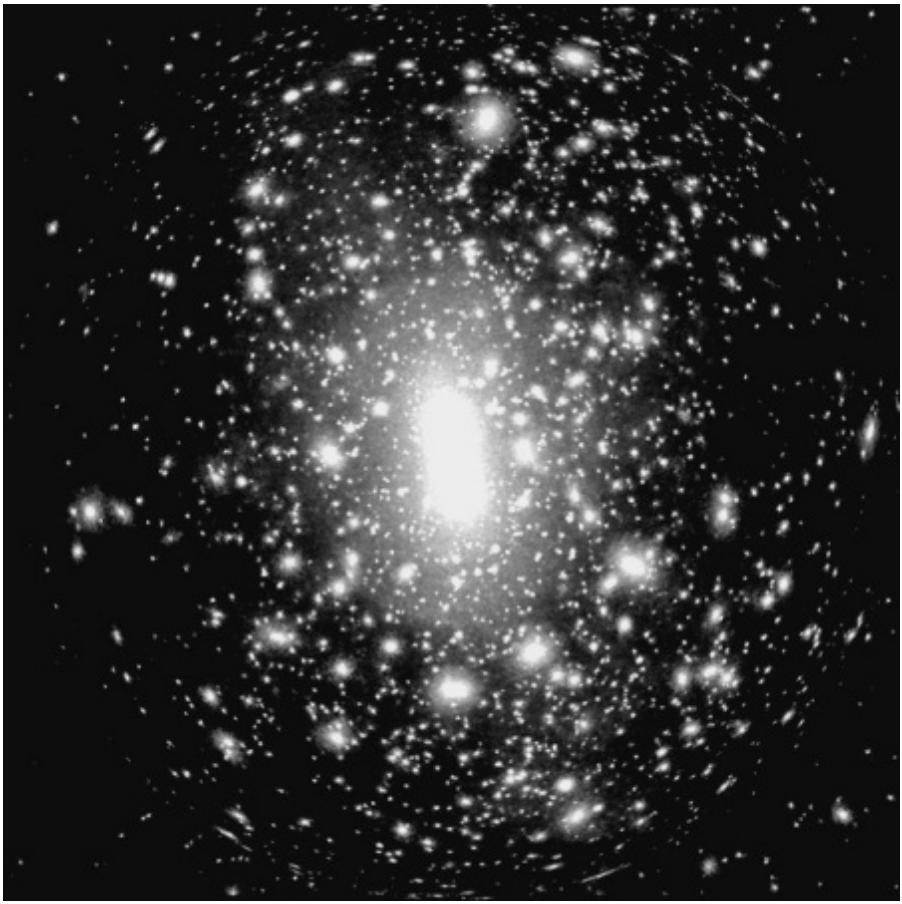
Сейчас антивещество можно встретить только в

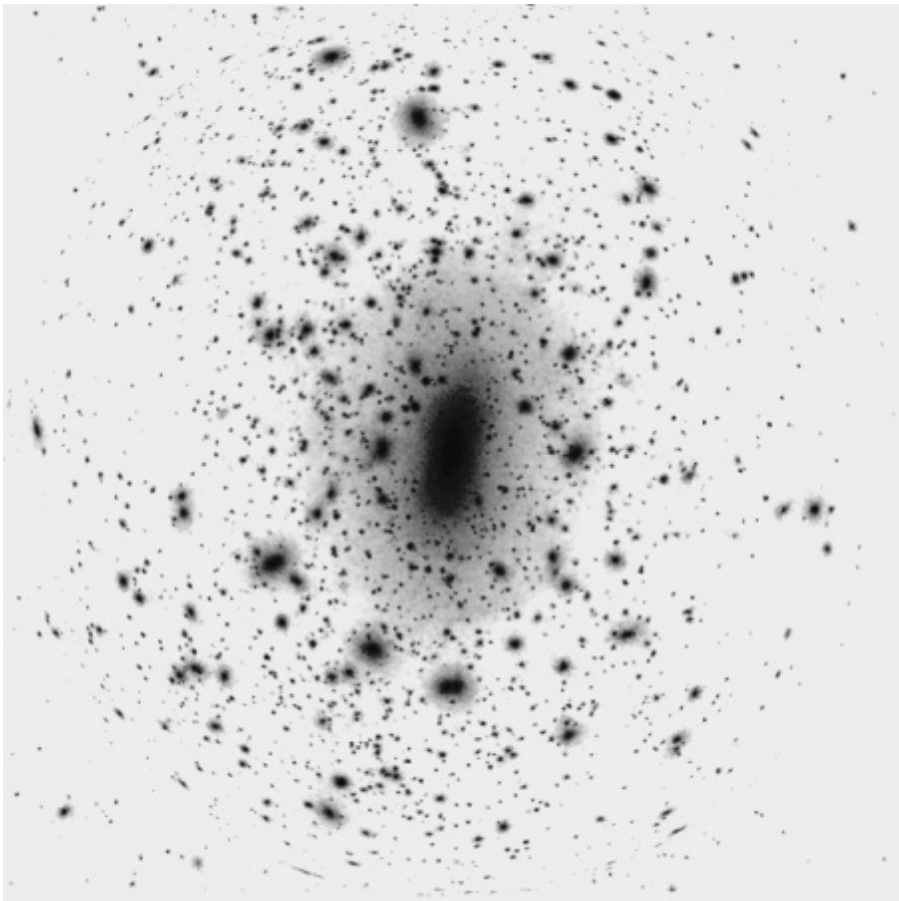
лабораторных экспериментах. Физики уже научились изготавливать атомы антиводорода, в которых вокруг отрицательно заряженного ядра обращается позитрон. Однако они возникают всего на миллиардные доли секунды. (Впрочем, в апреле 2011 года в ЦЕРН удалось в течение почти 17 минут при температуре, равной примерно 1 кельвину, удерживать 309 атомов антиводорода, что сулит прорыв в этой области исследований.)

Между тем космологи – вслед за Дираком – порой говорят о том, что, может быть, где-то в отдаленной области космоса и существуют огромные скопления антивещества, возникшего сразу после Большого взрыва. Что, если оно не полностью уничтожилось в первые доли секунды космического творения? Что, если антивещество в нашей части космоса столь же редко, как где-то на далекой окраине Вселенной редко вещество? И все мироздание состоит на самом деле, как из «инь» и «ян», как из «положительного» и «отрицательного», – из двух несходных, несовместимых сущностей?

Антивещество, очевидно, тоже может создавать крупные структуры, как обычное вещество. Вступая в химические реакции, антиводород и антикислород образуют антиводу, антиуглерод и антиводород – органические антисоединения. Антиатомы излучают свет, когда позитроны переходят с одной орбиты на другую. Мы могли бы даже наблюдать звездные системы из антивещества с помощью телескопа, но не догадались бы об их «инаковости», ведь свет, приходящий от них, ничем не отличался бы от света обычных звезд.

В 1960 —1970-е годы нобелевский лауреат, американский физик Луис Альварес, подняв на высоту 4000 метров сверхпроводящие магниты на баллонах, выслеживал антивещество, проникавшее из космоса, но обнаружил лишь позитроны и пару антипротонов – всего около 40 тысяч частиц. Однако, чтобы и впрямь найти антивещество, прилетевшее с антизвезд, нужно, считают ученые, проанализировать миллиарды частиц. Ведь лишь одна частица на 100 тысяч или даже миллион частиц, долетающих до Земли, прибывает из областей, лежащих за пределами Млечного Пути.



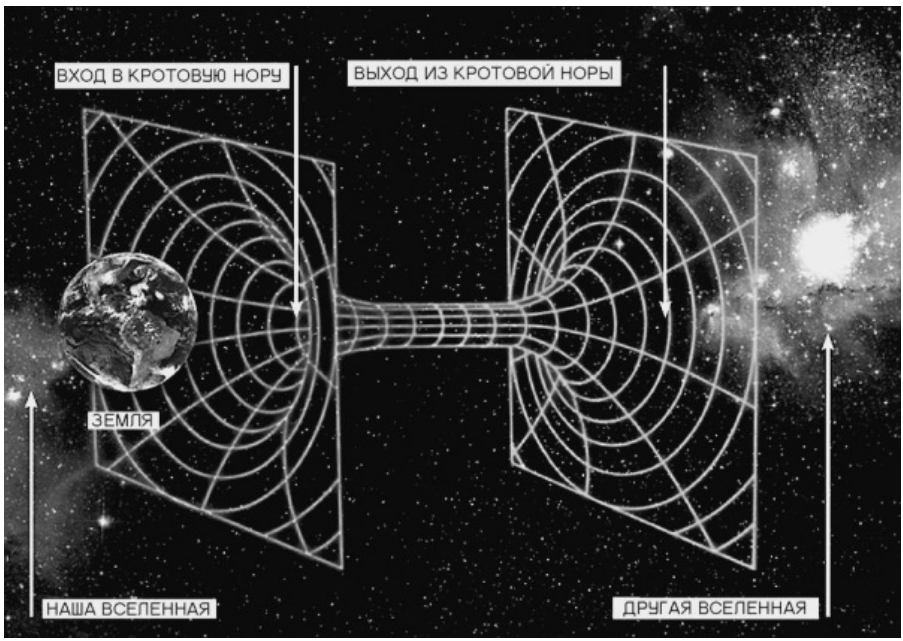


Наблюдая звездные системы из антивещества с помощью телескопа, можно не догадываться об их «инаковости»

Между тем даже крупица антивещества размером с горошину, попав в атмосферу нашей планеты, могла бы вызвать страшный взрыв. Так, еще один нобелевский лауреат, американский физик и химик Уиллард Либби, был убежден в том, что загадочный Тунгусский метеорит являлся сгустком антивещества, случайно достигшим окрестности нашей планеты. Может ли такая случайность повториться? … Итак, прошло почти сто лет с тех пор, как мир узнал о возможном существовании антивещества. В последние десятилетия в научных лабораториях зрим сам факт его существования – горстки антиатомов, рои антиэлектронов. Возможно, в XXI веке ученые обнаружат естественные свидетельства его бытия: антизвезды, антигалактики.

Во вселенной есть тайные тропы?

Многие понятия современной физики прижились и на страницах научно-фантастических книг или даже заимствованы оттуда: телепортация, многомерное пространство, параллельные Вселенные, путешествия во времени… Не стали исключением и «червоточины» (их называют также «кротовыми норами»), сперва подточившие устои космоса в книгах популярного жанра – например, героиня романа «Контакт» американского астронома и писателя Карла Сагана путешествует по «червоточине» в отдаленную часть Вселенной, – а потом эти странные космические туннели стали возникать и на страницах строго научных работ. Доверясь гипотезе, некоторые астрономы смело соединяли ими различные области космоса, прокладывая путь будущим экспедициям. Ведь, оказавшись в такой «червоточине», можно вмиг перенестись на множество световых лет от Земли. Знать бы только, где найти этот «скоростной лифт» мироздания?



Червоточина – это туннель, ведущий сквозь эйнштейновское пространство-время

Общая теория относительности Эйнштейна благоволит самым неожиданным гипотезам. Она позволяет, например, моментально перелететь в окрестность Сириуса (эта звезда находится от нас на расстоянии 8,7 световых лет). Для этого надо проникнуть в «червоточину» или обзавестись двигателем,

искривляющим пространство. Кстати, статьи, посвященные подобному двигателю, уорп-двигателю (от английского to warp, «искривлять, искажать»), в последние 15 лет появлялись даже на страницах серьезных научных журналов, ведь принцип его работы вытекает из уравнений Эйнштейна.

В обоих случаях, найди мы тайные тропы мироздания или обзаведись новомодным научным мотором, пространство-время исказится для нас так сильно, что Земля окажется рядом с Сириусом и мы достигнем своей цели. Ведь тот же двигатель деформирует космическое пространство таким образом, что в нем появляются ходы, связывающие отдаленные части Вселенной. Как это понимать?

Представьте себе мироздание в виде листа газеты. Сложите этот лист пополам, и тогда его половинки почти соприкоснутся друг с другом. Можно даже вообразить какой-нибудь микроскопический туннель, соединяющий их. Он либо создан нами, либо возник помимо нашей воли. Остается лишь юркнуть в этот туннель, чтобы мигом достичь цели.

«Червоточина – это туннель, ведущий сквозь эйнштейновское пространство-время; его вполне можно сравнить с тем “туннелем”, который протачивает в ньютоновском яблоке червь, – без литературных образов, подобных тому, что привел профессор физики университета штата Монтана Уильям Хискок, порой трудно разобраться в лабиринтах гипотетических миров, выстроенных современными теоретиками. – Пока червоточины – всего лишь теоретические конструкты, однако они могут помочь нам использовать возможные краевые условия общей теории относительности и эффекты теории квантовой гравитации – науки, которая только создается».

Если бы подобные туннели существовали, то перед нами открылись бы неожиданные возможности посещать отдаленные области Вселенной. Туннели, как скоростные лифты, увозили бы нас туда, куда и помыслить попасть невозможно.

Оптимисты рады уже тому, что ученые не опровергли саму возможность существования таких туннелей. Пессимисты же вновь напоминают, что для путешествий по ним понадобится огромное количество отрицательной энергии.

Эта энергия появляется, например, в окрестностях черной дыры из-за резкого искривления пространства-времени. При медленном испарении – за счет излучения Хокинга – черная дыра успевает подпитаться отрицательной энергией. Она-то как раз и нужна, чтобы перемещаться фактически со сверхсветовой скоростью, в кратчайший срок перелетая на несколько световых лет вперед, к тому же Сириусу.

Однако этой энергией не очень и разживешься. Чем ее больше, тем она нестабильнее. Нельзя накопить много отрицательной энергии – ваши сбережения мигом пойдут прахом. При нехватке же ее невозможно будет долго удерживать червоточину открытой. Она сомкнется, едва в нее направится межзвездный корабль.

А сколько вообще отрицательной энергии понадобится, раз мы приготовились путешествовать по недоступным глубинам Вселенной? Так, чтобы удержать открытым туннель радиусом в один метр, нужно укрепить его стенки, на первый взгляд, тончайшим слоем с отрицательной энергией. Толщина этого слоя составит всего 10 —21 метра, что в миллионы раз меньше диаметра протона. Только и всего? Но чтобы получить такое количество отрицательной энергии, нужно затратить примерно столько же энергии, сколько вырабатывают в течение года десять миллиардов звезд. Похоже, что этим туннелям останется место лишь на страницах теоретических трудов, где, повинуясь логике цифр, могут возникать и не такие фантомы.

В 2005 году обнародовали свои подробные расчеты физики Стивен Сю и Роман Бани из Орегонского университета. Они разделили червоточины на две категории – одни подчинялись лишь законам квантовой механики, в других соблюдались многие классические законы физики.

Первые были довольно стабильными, но, как и всё в квантовом мире, непредсказуемыми. Путешественники, заглянув внутрь такого туннеля, всякий раз вынуждены были бы начинать жизнь «с чистого листа». Туннель мог перенести их в любую точку времени и пространства. А куда именно, никто и сказать определенно не мог! Понятно, что отправиться в такую экспедицию вряд ли найдутся желающие, кроме тех, кому надоела жизнь, ведь о возвращении домой, очевидно, придется забыть. «Опасность заключается в том, что конечный пункт червоточины, которая колеблется во времени, может оказаться в стене или на дне Тихого океана», – комментировал этот результат Стивен Сю.

В других червоточинах – их назвали «полуклассическими» – можно задать пункт назначения, но отправляться по ним в путь все равно, что взлетать на самолете, из которого убраны все крепежные детали. Туннель чрезвычайно нестабилен. Вы углубились в него, а он возьмет, да и сомкнется, не оставив и тени незадачливых путешественников.

«Мы не говорим, что вы не можете построить червоточину. Но те из них, что позволили бы вам предсказать, что мистер Спок прибудет в Нью-Йорк в два часа пополудни и в такой-то день,

похоже, успеют исчезнуть прежде, чем путешествие состоится», – пояснил Стивен Сю.

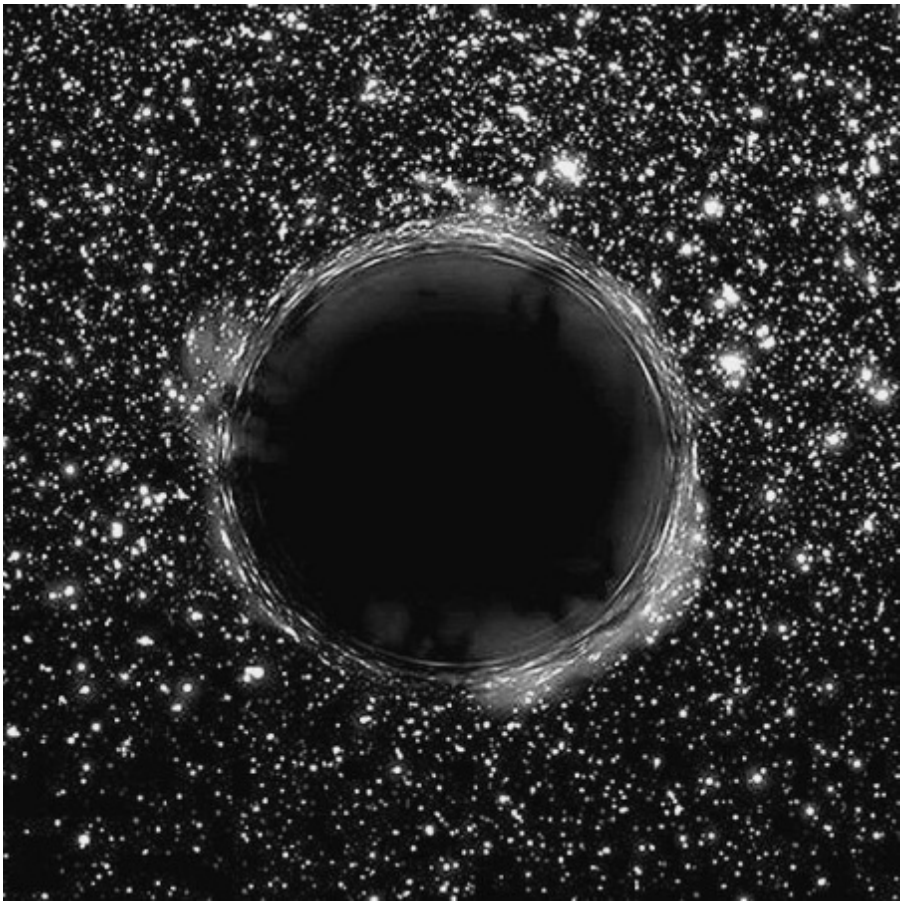
И все же наука полна чудес. Самые странные гипотезы могут здесь сбыться. Вот уже и черные дыры стали общепризнанной примечательностью космических просторов, в то время как к червоточинам, – открыт ли нам вход в них или нет, – по-прежнему относятся, как к чему-то курьезному, как к фантому, рожденному на кончике пера. «А ведь червоточины – это всего лишь черные дыры с отрицательной плотностью энергии», – так отозвался о тайных тропах Вселенной физик Сэан Хейуорд, разработавший в стенах одного из южнокорейских университетов компьютерную модель, которая свидетельствует о родстве черных дыр и космических червоточин. В модели Хэйуорда и его японского коллеги Хисааки Синкаи, стоило стенкам туннеля сомкнуться, как на его месте уже зияла черная дыра. Если же на экране компьютера с двух противоположных сторон прямо к ней подводили отрицательную энергию, то она вмиг вытягивалась в туннель, зазывавший проникнуть туда, отправиться в неведомую даль.

Конечно, большинство ученых пока рассуждает так же, как известный американский физик Лоуренс Краус: «Я полагаю, что ни червоточины, ни двигатели, искривляющие пространство, никогда не найдут практического применения, хотя в принципе они могут существовать». Однако стоит ли говорить: «Никогда?»

Что обнаружили в созвездии Эридана?

Несколько лет назад астрономы обнаружили, что в космосе протянулась загадочная дыра. Пустота, где не поблескивает ни звездочки. Великое, темное Ничто. В этой пустоте абсолютно нет ничего. Ни межзвездного газа, ни черных дыр, даже нет темного вещества, которое должно скрываться под любым пологом мрака. Этому феномену нет объяснения. Из Вселенной будто аккуратно вырезали рисунок, как это порой случается в библиотечных книгах. И вот теперь соседняя страница вся испещрена яркими точками – каталогом звезд и галактик, а на этой – лишь четко очерченная прорезь, словно окно в другой мир, мир параллельных Вселенных. Эта «просто дыра» в мироздании разверзлась посреди созвездия Эридана, на расстоянии 5 —10 миллиардов световых лет от Земли.

В космосе уже давно обнаруживают пустоты, где нет никакого вещества, ни темного, ни «светлого». Их называют «войдами» (от английского слова «void», «пустота»). Однако размеры этой прорехи в мироздании изумляют. Она в тысячу раз больше обычных пустот, разделяющих суперскопления галактик. Согласно Стандартной модели космологии, подобной дыры просто не может быть. Она протянулась на 900 с лишним миллионов световых лет.



В космосе обнаруживают пустоты – войды, где нет никакого вещества, ни темного, ни светлого

Первые признаки этого необычного объекта были обнаружены в 2004 году. Испанские астрономы Патрисио Виэльва и Маркос Крус вместе с коллегами из Кантабрийского университета (Сантандер), обрабатывая результаты измерений, проведенных зондом Уилкинсона, заметили одну несуразность.

Этот зонд был запущен 30 июня 2001 года. В его задачу входило картографирование всего небосвода в микроволновом диапазоне. Иными словами, он должен был составить детальную карту космического фонового излучения, вспыхнувшего примерно через 380 тысяч лет после рождения Вселенной. До сих пор в каждом кубическом сантиметре пространства снуют около четырех сотен фотонов – своего рода «реликтов» Большого взрыва.

Космическое фоновое излучение отличается поразительной однородностью. Его температура составляет около 3 кельвинов – всего на три градуса выше абсолютного нуля. Перепады температуры не превышают нескольких стотысячных долей

градуса. Эти перепады выдают колебания плотности в первородном газе, заполнявшем тогда Вселенную.

Однако, анализируя карту, составленную зондом, Виэльва и его коллеги обнаружили участок, который был холоднее и больше обычных пустот. Если быть точным, температура этого холодного пятна, «WMAP Cold Spot», была на 0,00007 градуса ниже средней температуры космического фонового излучения.

Известие об этом открытии привлекло внимание астрономов к необычному объекту. Так, Лоуренс Рудник из Миннесотского университета, а также его коллеги Ши Браун и Лилия Уильямс решили обследовать участок небосвода в других волновых диапазонах. В частности, они использовали результаты наблюдения Very Large Array (VLA) – системы из 27 радиотелескопов, сооруженных в штате Нью-Мексико. С 1993 по 1997 год эти приборы просканировали 82 % всего небесного свода в диапазоне частотой 1,4 гигагерц. В каталоге, составленном по результатам описи, значилось свыше 1,8 миллиона отдельных объектов. По большей части это квазары, галактики с активными ядрами и галактики, где протекают процессы образования новых звезд. Рудник и его коллеги убедились, что странное пятно в созвездии Эридана соответствует самому холодному участку Вселенной в этом обширном реестре. Интенсивность радиоизлучения, исходящего отсюда, значительно меньше, чем из соседних регионов.

Этот феномен Рудник объяснил тем, что здесь нет ни звезд, ни рассеянного в пространстве газа, ни даже темного вещества: «Астрономам трудно себе представить пустоту таких громадных размеров. Никто не ожидал, что в космосе можно найти нечто подобное. Происхождение этой дыры непонятно».

По предположению Брента Тулли из Гавайского университета, такого рода пустоты могли возникать неподалеку от очень массивных объектов, к которым, как железные опилки – к магниту, притягивалось все вещество из соседних областей Вселенной. Его, можно сказать, сдуло отсюда. Остался лишь каркас мироздания, решетчатый каркас, где тут и там зияет сплошная, непроглядная пустота.

Это открытие может повергнуть в кризис современную космологию. Ведь появление в первородном газе случайной флуктуации плотности такого масштаба кажется почти невероятным событием. Шанс, что такое могло случиться, – один на миллиард или того меньше.

Что же произошло 13,7 миллиарда лет назад в этой области Вселенной? Как могла возникнуть такая громадная пустота? Может быть, под влиянием соседних Вселенных? Такую

радикальную гипотезу высказала Лаура Мерсини-Хоктон. Тем не менее некоторые известные космологи серьезно отнеслись к этой фантастической идее, на первый взгляд, далекой от академической науки.

Американская исследовательница, профессор университета штата Северная Каролина, предсказала возможность существования подобной дыры еще до того, как та была открыта. Вместе со своим коллегой Ричардом Холманом она заявила, что если наряду с нашей Вселенной из квантового вакуума возникли и другие миры, то в нашей могут простираться обширные пустоты. В таком случае Большой взрыв не был бы ни абсолютным началом мироздания, ни уникальным событием, не имевшим аналогов в космической истории. «Вселенные-дублеры», «Вселенные-двойники» могли бы тотчас «схлопываться», пережив коллапс, либо стремительно расширяться, подчиняясь закону космической инфляции.

Итак, вот на чем основано это предсказание. Параллельные Вселенные, хоть и располагаются за пределами мироздания, все-таки не совсем изолированы от нашей Вселенной. Ведь в мире элементарных частиц существует один поразительный феномен, описанный Эйнштейном еще в 1935 году и доказанный в 1980 году. Этот феномен – совершенно одинаковое поведение элементарных частиц, находящихся на огромном расстоянии друг от друга, – является основой квантовой телепортации и квантовой криптографии. Как полагает ряд космологов, в том числе Мерсини-Хоктон и Холман, подобный феномен может связывать нашу Вселенную с другими.

Две элементарные частицы неизменно поддерживают между собой «телепатическую связь». Такую же связь, считает Мерсини-Хоктон, могли бы поддерживать между собой и целые области различных Вселенных, даже несмотря на процесс космической инфляции, стремительно отдаливший их друг от друга. По ее мнению, там, где этот эффект ощущается особенно сильно, он препятствует возникновению новых галактик, Как следствие, в этой части космоса образуется пустота. Быть может, новая Вселенная лежит буквально у порога нашего космического дома?

Но что если этой дыры вообще нет? С таким выводом выступила еще одна группа исследователей. Так, Кендрик Смит из Кембриджского университета и Драган Хутерер из Мичиганского университета предположили, что эта «пустота» родилась… на кончике пера. Они считают ее появление на астрономических картах результатом ошибочной обработки данных. По их мнению, в исследуемой области Вселенной имеется столько же галактик, сколько и в других ее частях.

Очевидно, лишь более тщательные наблюдения за участком звездного неба в районе созвездия Эридана позволят понять, есть ли там «Великая Пустота» или же нет. А, может быть, «супердыра» откроет нам путь в Большой космос, куда более громадный и причудливый, чем наша Вселенная, – и чем полагает большинство астрономов.

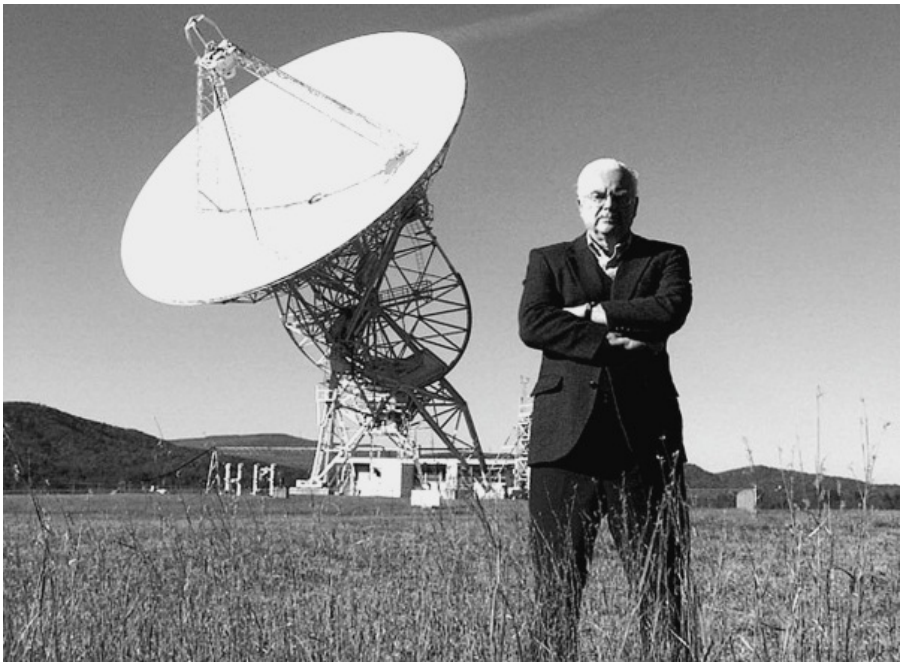
Есть ли жизнь во Вселенной?

Летом 1950 года в стенах Лос-Аламосской лаборатории впервые прозвучал «парадокс Ферми». Нобелевский лауреат Энрико Ферми, беседуя с коллегой о межзвездных путешествиях, внезапно воскликнул: «Так где они все?» Проделанные позднее расчеты подтвердили, что удивляться было чему. Если бы какая-то внеземная цивилизация достигла того уровня, при котором возможно строительство космических кораблей, то ей потребовалось бы всего несколько миллионов лет, чтобы облететь всю нашу Галактику, побывать везде, где только можно. Если следовать этой логике, то их космонавты посещали Солнечную систему, вели наблюдение за отдельными планетами, и, может быть, даже сейчас на этих планетах находятся оставленные ими средства слежения за «местной фауной» (за нами?). Они знают о нас? Но почему их нет?

Ферми разрешил эту проблему, к вящей радости пессимистов и скептиков. Раз никаких следов внеземной жизни до сих пор не обнаружено, значит, ее просто нет. Иначе Галактика давно уже была бы заселена, а наша Солнечная система стала бы сырьевым придатком Великой Цивилизации Млечного Пути.

«Так где они все?» – впору воскликнуть вслед за Ферми.

В 1960 году американский астроном Фрэнк Дрейк попытался с помощью антенны диаметром 26 метров принять сигналы, которые могли бы исходить от звезд Тау Кита и Эпсилон Эридана (проект «ОЗМА»), но не добился успеха. Эта работа открыла эпоху поиска сигналов внеземных цивилизаций. Начинали ее энтузиасты, считавшие, что жизнь можно встретить во Вселенной повсюду, но своими стараниями они лишь множили число пессимистов. Никаких следов внеземной жизни за минувшие полвека не было обнаружено. Между тем в рамках программ CETI («Связь с внеземным разумом») и SETI («Поиск внеземного разума») предпринималось уже более ста попыток перехватить сигналы, посылаемые другими мирами. Ответом энтузиастам было великое космическое молчание.



Американский астроном Фрэнк Дрейк попытался с помощью радиотелескопа принять сигналы от звезд Тау Кита и Эпсилон Эридана (проект ОЗМА)

Есть, правда, один нюанс. Даже если они радируют во все концы Вселенной, как мы отличим их сигналы от естественного шума? Специалисты признают: если наши предполагаемые собеседники не шлют нам одну радиограмму за другой, то вряд ли им удастся привлечь внимание к себе. А еще им надо направлять сигналы именно в нашу сторону, на нужной частоте и «строго определенного» содержания – сигналы должны казаться разумными.

Возможно, лишь однажды ученым улыбнулась удача. Пятого августа 1977 года радиотелескоп Огайского университета зафиксировал очень мощный, узкополосный сигнал, природа которого до сих пор непонятна. Он получил название «Вау» («Wow») – по той пометке, что оставил восхищенный астроном на полях протокола наблюдений. Его происхождение не удается объяснить естественными причинами. Но этот сигнал так и остался единственным в своем роде. Ничего подобного больше не обнаружено, хотя поиски позывных далеких миров не прекращаются. Так что однажды, в тот летний день, земляне, быть может, подслушали шифрованные переговоры «зеленых человечков» (впрочем, большинство ученых не верит в такое объяснение).

Фрэнк Дрейк даже вывел формулу, с помощью которой можно было бы подсчитать число цивилизаций, существующих в

Млечном Пути. Однако большинство коэффициентов в этом уравнении представляют собой неизвестные величины. Вот почему расхождения в подсчетах огромны.

Так, если в популярной немецкой литературе бытует цифра: «В нашей Галактике насчитывается около полумиллиона высокоразвитых цивилизаций», то, по подсчетам В.Г. Сурдина, «всего несколько цивилизаций в Галактике сейчас готовы к контакту с нами». Как признает сам автор космического реестра, это «не очень оптимистичный, но и не безнадежный прогноз». Вот только если он прав, то даже попытки связаться с внеземными цивилизациями методами радиоастрономии будут крайне затруднительны из-за того, что предполагаемые слушатели наших трансляций так малочисленны. Мы не то что «иголку» ищем в звездной дали, но еще и пытаемся точным броском продеть нитку в ее ушко.

Британские исследователи математик Ян Стюарт и биолог Джек Коэн, авторы книги «Эволюция внеземной жизни», считают, что мы изначально ищем не то, что должны найти. Мы принципиально заблуждаемся, подозревая, что инопланетяне – это наши в чем-то карикатурные двойники. На самом деле жизнь на чужих планетах может принять такой облик, что скорее мы заговорим с собственным автомобилем, чем заметим инопланетянина, даже пребывающего по соседству с нами. Ведь возникновение организмов, в основе которых лежат молекулы ДНК, представляет собой, по мнению Стюарта и Коэна, нечто исключительное для Вселенной. Живые организмы в других частях космоса устроены совсем по иному принципу. Быть может, инопланетные гости давно являются нам в триумфальных вспышках молний, знаменующих торжество внеземного разума, а мы не даем себе труда даже задуматься об этом?

Никто не готов также сказать, к каким прозрениям может привести биологическая, культурная и техническая эволюция разумной жизни. Что если наша радиотехника, достижениями которой мы гордимся, сигнализируя об этом всему честному космическому миру, с их точки зрения, нечто такое же примитивное, как и тамтамы в африканской ночи? И, может быть, им и незачем прилетать на Землю, поскольку все происходящее здесь они уже тысячи лет наблюдают?

В 1973 году радиоастроном Джон Болл шокировал научный мир своей гипотезой «космического зоопарка». По его мнению, инопланетяне не стремятся установить с нами контакт лишь потому, что видят в нашей планете нечто вроде зоопарка или заповедника, где могут наблюдать за нами, как мы – за зубрами в Беловежской пуще или варанами с острова Комодо. «Может быть,

в реестре галактической жизни мы занимаем далеко не такое почетное место, как нам кажется», – писал Болл.

Его идея получила развитие. В 1986 году британский астрофизик Мартин Фогг полемически заострил эту мысль. Возможно, инопланетяне сознательно избегают контактов с нами. Запрет, наложенный ими, длится вот уже 4,6 миллиарда лет – с тех пор, как сформировалась наша планета, ведь к тому времени колонизация Галактики была уже завершена.

По мнению американских астрономов Карла Сагана и Уильяма Ньюмана, высокоразвитые цивилизации могли даже сформулировать своего рода «Галактический кодекс», который запрещал бы любое вмешательство в эволюцию молодых цивилизаций, в том числе человеческой, – отчасти потому, что те слаборазвиты и агрессивны, отчасти потому, что становление каждой из них представляет собой уникальный феномен, бесценный вклад в копилку галактической культуры.

А может быть, мы ищем тех, кого давно уже нет? Вселенная – ведь опасное место. Астероиды врезаются в планеты, перепахивая их поверхность. Смертоносные вспышки гамма-лучей выжигают все вокруг. Звезды взрываются и гаснут. «Легко представить себе, – признавал Карл Саган, – что имелось множество внеземных цивилизаций, которые не только не додумались до радиоприборов, но и просто не дожили до этого уровня развития, а вымерли в результате естественного отбора».

Нам некого искать в космической дали, нам остается лишь со страхом глядеть в свое будущее, ведь в хаосе Вселенной и мы оказываемся обречены на неизбежное вымирание. Никакие перелеты с одной планеты на другую, из одной звездной системы в другую не спасут земную жизнь. Космос стремится вернуться в то равновесное состояние, в котором всякая жизнь неуместна. Оживший мир космоса неизбежно станет мертвенным миром.

Нет ли жизни во Вселенной?

Открытие других планетных систем обнадеживает ученых. Если бы планеты обращались только вокруг Солнца, то всякая вера в существование живых организмов за пределами Солнечной системы исчезла бы. Жизнь на звезде невозможна – там очень жарко. А в межзвездном пространстве слишком холодно. Только на поверхности некоторых планет могут сложиться подходящие условия для жизни.

Впрочем, большинство из открытых недавно планет представляют собой громадные газовые шары. Они столь же мало пригодны для жизни, как и планеты-гиганты Солнечной системы. Однако наверняка есть и планеты, напоминающие нашу. Просто их сложнее обнаружить. Но их непременно найдут, это лишь вопрос времени.

А есть ли там жизнь? Видимо, да. Многие ученые считают, что в подходящих условиях жизнь непременно должна возникнуть. В распоряжении космоса были миллиарды лет, чтобы, экспериментируя с химическими элементами, создать сложные органические молекулы – основу жизни. Вот только вряд ли стоит ожидать визита инопланетян или уверовать в НЛО. Ведь чтобы преодолеть космические расстояния, ракета должна развить невероятную скорость. Но даже тогда межзвездные путешествия длились бы десятки, если не миллионы лет. Никаких запасов энергии для этого не хватит. Значит, чтобы встретиться с пришельцами, надо изменить физические законы, а это не под силу никому.

В последние годы разговоры вокруг инопланетян, да и НЛО, как-то приутихли. Но в конце 2007 года поиски нелюдимых соседей по Галактике возобновились с новой силой. На севере Калифорнии, на средства одного из основателей компании «Майкрософт», Пола Аллена, был открыт целый парк радиотелескопов – ATA (Allen Telescope Arrays). Это первый комплекс, созданный специально для поиска внеземной жизни. «С вводом его в строй наши возможности отыскать инопланетян возросли буквально по экспоненте. Возможно, нам удастся обнаружить разумную жизнь во Вселенной», – подчеркивает известный астроном, участник проекта SETI Сет Шостак. Его единомышленники полагают, что к 2025 году поиск инопланетных сигналов оправдает разумные ожидания. Или нет?

А может, их все-таки нет?

Ведь между верой и явью лежит игольное ушко физических законов. Инопланетян можно не искать, если зарождение жизни –

факт такой же уникальный, как и появление на нашей планете Homo sapiens. Сейчас среди антропологов берут верх противники «мультирегиональной» теории: все современные люди – потомки одной и той же популяции, появившейся в Восточной Африке. Из этой «капли в мире» родилось все человечество. Почему в этой капле не могла бы отразиться история мироздания? И космос так же безжизнен, как когда-то была безлюдна Земля? Подобное мнение высказывал, например, И.С. Шкловский.

В начале XXI века большой популярностью на Западе пользовалась книга американских исследователей Питера Уорда и Дональда Браунли «Наша одинокая Земля». Ее лейтмотив таков: «Человечество – это единственная цивилизация во всей Галактике, а может быть, и во Вселенной». Развитие высшей жизни зависит от многих условий, и они почти несовместимы друг с другом.

Земля лежит в той узкой полосе Галактики, где только и может зародиться жизнь. Если бы она оказалась ближе к центру Галактики, где плотность звезд очень высока, то в окрестности Земли регулярно происходили бы взрывы сверхновых и на ее поверхность обрушивались бы потоки смертоносного излучения.

Земля расположена на оптимальном расстоянии от Солнца; ее орбита близка к круговой, а период вращения не очень велик. Все это влияет на среднюю температуру: она должна лежать в пределах от 0 до 100 °С, иначе без специальных средств защиты любые организмы погибнут.

Масса Земли позволяет удерживать воздушную оболочку, при этом в атмосфере планеты не преобладает углекислый газ.

Благодаря Луне земная ось сохраняет одно и то же положение. Иначе климат Земли был бы подвержен таким резким перепадам, что любая жизнь погибла бы.

Громадный Юпитер и его спутники «оберегают» Землю: они притягивают мчащиеся к нам астероиды и кометы. Если бы не этот «гравитационный щит», на Землю регулярно падали бы «космические бомбы», уничтожая всякие начатки жизни.

Сотни миллионов лет земные континенты дрейфуют, поэтому от полюса до полюса протянулась суша, пригодная для обитания. Природные условия на континентах так разнообразны, что жизнь может постоянно развиваться, принимая множество форм. Случайное стихийное бедствие не уничтожит ее. Она приспособится к самым суровым условиям.

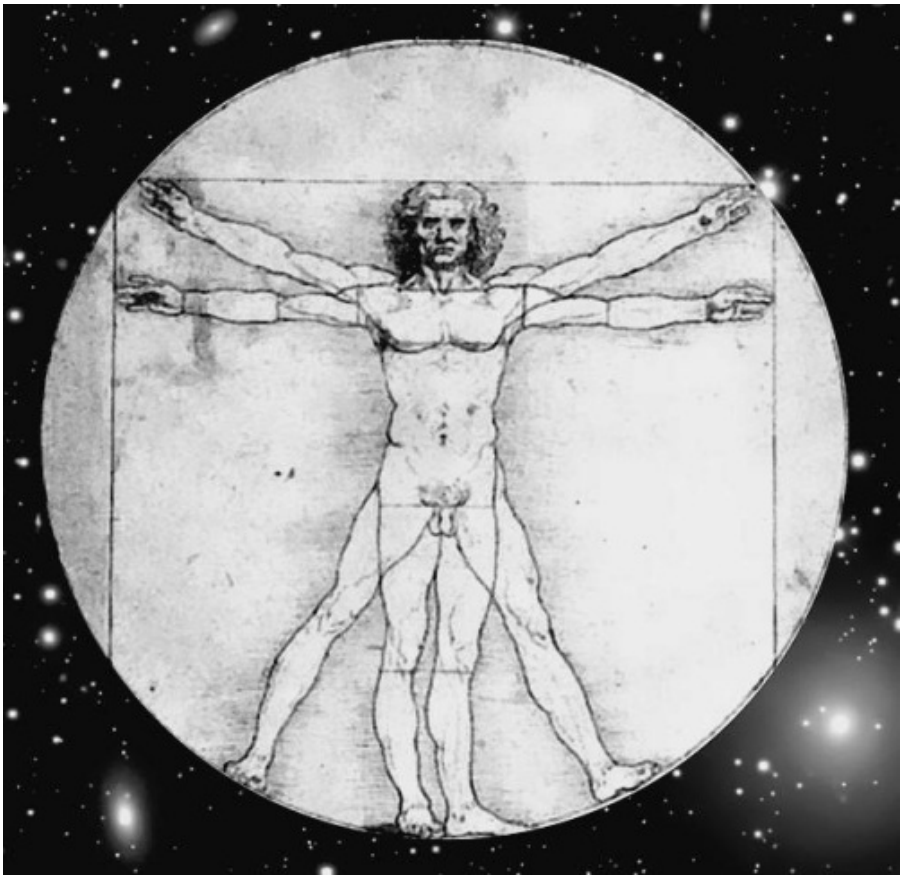
«Только в таких райских уголках, как Земля, может по-настоящему процветать жизнь», – заключают авторы книги. В космической лотерее мы выиграли уникальный приз: жизнь.

«Мы не только единственные разумные существа в Галактике,

но и единственные – во Вселенной», – столь же категоричен американский физик Фрэнк Типлер. Его довод логично развивает парадокс Ферми: за те десять миллиардов лет, что существует Млечный Путь, корабли инопланетян наверняка успели бы обогнуть всю Галактику, изучив ее запасы не хуже, чем мы – полезные ископаемые Австралии и Антарктиды. «В таком случае в Солнечной системе давно уже не было бы ни облака Оорта, полного комет, ни пояса астероидов. Все эти объекты, изобилующие ценным сырьем, превратились бы в рудники».

Приводятся и биологические резоны против появления у нас «братьев по разуму». Так, выдающийся немецкий и американский биолог Эрнст Майр считал, что во Вселенной вряд ли могла возникнуть вторая разумная форма жизни. «Вопреки расхожему мнению, естественная селекция отнюдь не должна непременно увенчаться появлением высшего разума. В действительности, миллионы видов прекрасно обходятся вообще без разума».

«Должно быть, мы обязаны нашим существованием доброй толике счастья», – полагал и видный американский палеонтолог Стивен Джей Гоулд. Эволюция, писал он, это не целенаправленный процесс, а абсолютно непредсказуемый, хаотический круг событий, смысл которых все еще остается непонятен. Действительно, благодаря своему разуму Homo sapiens добился огромного преимущества над всем остальным живым миром, но ничуть не доказал, что присутствие этого вида чем-то особенно выгодно биосфере нашей планеты. Возможно, без него она развивалась бы гармоничнее и в чем-то разумнее. Может быть, мы останемся в истории Земли только эпизодом, неприметным движителем очередного массового вымирания всего живого, узкой полосой раздела между двумя равновесными состояниями биосферы? Может быть, Земля еще возьмет реванш за наше решительное вмешательство в ее живые ткани – флору и фауну?



Законы природы, действующие на всех просторах Вселенной, превратят инопланетян в подобие человека

Тем более что на примере существования нашей собственной цивилизации мы убеждаемся, насколько случайным было зарождение человечества. Для того чтобы мы появились, понадобилось редкостное стечение обстоятельств. Палеонтолог из Кембриджского университета Симон Конвей Моррис подводит черту под мечтаниями: «Поскольку до сих пор инопланетяне так и не прибыли сюда, их, вероятно, не существует. Если же они все-таки вздумают заявиться, то будут необычайно похожи на нас. Законы природы, действующие на всех просторах Вселенной, превратят их в подобие человека: ловкие, подвижные существа с глазами, парой ног и системой кровообращения. Но вряд ли их суждено дождаться, считают те, кто из той же формулы Дрейка, только премного уменьшив коэффициент зарождения разумной жизни, выводят убедительное “Нет”». «Мы одни во Вселенной» (Ф. Типлер).

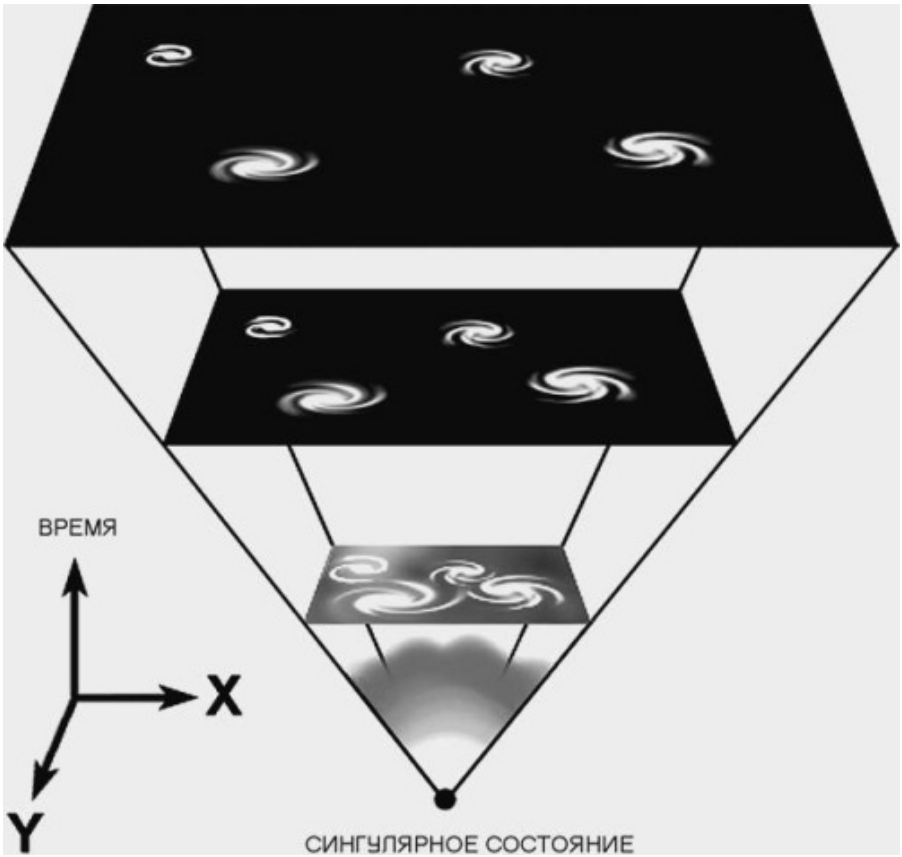
Далекое прошлое и будущее космоса

Загадки Большого взрыва

Наша Вселенная возникла 13,7 миллиарда лет назад, порожденная Большим взрывом, и вот уже несколько поколений ученых пытаются понять этот феномен.

В конце 1920-х годов Эдвин Хаббл открыл, что все видимые нами галактики разлетаются – словно осколки гранаты после взрыва, Тогда же бельгийский астроном и богослов Жорж Леметр и выдвинул свою гипотезу (в 1931 году она была изложена на страницах «Nature»). По его мнению, история мироздания началась с того, что взорвался «первичный атом», и это породило время, пространство и материю (ранее, в начале 1920-х годов, советский ученый Александр Фридман, анализируя уравнения Эйнштейна, также пришел к выводу, что «Вселенная создавалась из точки» и это заняло «десятки миллиардов наших обычных лет»).

Поначалу астрономы решительно отвергли рассуждения бельгийского теолога. Ведь теория Большого взрыва как нельзя лучше сочеталась с христианской верой в Бога-Творца. На протяжении двух столетий ученые пресекали проникновение в науку любых религиозных домыслов о «начале всех начал». И вот Бог, изгнанный из природы под мерное покачивание колесиков ньютоновской механики, внезапно возвращается. Он грядет в пламени Большого взрыва, и трудно придумать более триумфальную картину его явления.



Большой взрыв не подчинялся законам точных наук

Но проблема была не только в богословии – Большой взрыв не подчинялся законам точных наук. Важнейший момент истории Вселенной пребывал за гранью познания. В этой сингулярной (особой) точке, расположенной на оси пространства-времени, общая теория относительности переставала действовать, поскольку давление, температура, плотность энергии и искривление пространства устремлялись в бесконечность, то есть теряли всякий физический смысл. В этой точке исчезали, превращались не в ноль, не в отрицательные величины, а в полное их отсутствие, в абсолютную беззначность, все эти секунды, метры и астрономические единицы. Эта точка – разрыв, который не преодолеть на ходулях логики или математики, дыра навылет во времени и пространстве.

Лишь в конце 1960-х годов Роджер Пенроуз и Стивен Хокинг убедительно показали, что в рамках теории Эйнштейна сингулярность Большого взрыва неизбежна. Но это не облегчило работу теоретиков. Как описать Большой взрыв? Что стало, например, причиной этого события? Ведь если до него вообще не было времени, то вроде бы не могло быть и причины, породившей

его.

Как мы понимаем теперь, чтобы создать полную теорию Большого взрыва, нужно связать воедино учение Эйнштейна, описывающее пространство и время, с квантовой теорией, занимающейся элементарными частицами и их взаимодействием. Очевидно, пройдет не одно десятилетие, прежде чем удастся это сделать и вывести единую «формулу мироздания».

А откуда, например, взялось то грандиозное количество энергии, что породило этот взрыв величайшей силы? Может быть, она досталась нашей Вселенной от ее предшественницы, сжавшейся в сингулярную точку? Но тогда откуда та ее получила? Или энергия была разлита в первородном вакууме, из которого – «пузырьком пены» – выскользнула наша Вселенная? Или же Вселенные старшего поколения передают энергию Вселенным младшего поколения посредством черных дыр – тех сингулярных точек – в глубинах которых, может быть, рождаются новые миры, которые нам никогда не увидеть? В любом случае, Вселенная в таких моделях предстает «открытой системой», что не вполне соответствует «классической» картине Большого взрыва: «Не было ничего, и вдруг родилось мироздание».

А может быть, как полагают некоторые исследователи, наша Вселенная вообще… лишена энергии, точнее, ее совокупная энергия равна нулю? Положительная энергия излучения, испускаемого веществом, накладывается на отрицательную энергию гравитации. Плюс на минус дает ноль. Этот пресловутый «0» кажется ключом к пониманию природы Большого взрыва. Из него – из «нуля», из «ничего» – мгновенно родилось все. Случайно. Спонтанно. Просто так. Ничтожно малое отклонение от 0 породило вселенскую лавину событий. Можно привести и такое сравнение: каменный шар, балансировавший на тонкой, как шпиль, вершине какой-нибудь Джомолунгмы, внезапно качнулся и покатился вниз, порождая «лавину событий».

В 1973 году американский физик Эдвард Трион попробовал описать процесс рождения нашей Вселенной, используя принцип неопределенности Гейзенберга, одну из основ квантовой теории. Согласно этому принципу, чем точнее мы, например, измеряем энергию, тем неопределеннее становится время. Итак, если энергия строго равна нулю, то время может быть сколь угодно большим. Настолько большим, что рано или поздно в квантовом вакууме, из которого и предстоит родиться Вселенной, возникнет флуктуация. Это и приведет к стремительному разрастанию космоса, казалось бы, из ничего. «Просто Вселенные иногда рождаются, вот и всё», – так незатейливо Трион объяснил подоплеку Большого взрыва. Это был большой Случайный взрыв.

Только и всего.

А может ли Большой взрыв повториться? Как ни странно, да. Мы живем в мироздании, которое все еще может плодоносить и порождать новые миры. Созданы несколько моделей, которые описывают «Большие взрывы» будущего.

Почему бы, например, в том же вакууме, породившем нашу Вселенную, не появиться новым флуктуациям? Возможно, за эти 13,7 миллиарда лет рядом с нашим мирозданием возникло бесчисленное множество миров, которые никак не соприкасаются друг с другом. В них действуют различные законы природы, существуют разные физические константы. В большинстве этих миров жизнь никогда не могла бы возникнуть. Многие из них сразу гибнут, испытывают коллапс. Но в некоторых Вселенных – по чистой случайности! – складываются условия, при которых может зародиться жизнь.

Но дело не только в том вакууме, что пребывает до начала «всех времен и народов». Чреватые будущими мирами флуктуации могут возникать и в вакууме, что разлит в нашей Вселенной, – точнее, в темной энергии, заполняющей ее. Подобную модель «обновляющейся Вселенной» разработал американский космолог, уроженец СССР, Александр Виленкин. Нам эти новые «большие взрывы» ничем не грозят. Они не разрушат структуру Вселенной, не выжгут ее дотла, а лишь создадут новое пространство за пределами, доступными нашему наблюдению и пониманию. Возможно, подобные «взрывы», знаменующие рождения новых миров, происходят в глубинах многочисленных черных дыр, усеивающих космос, считает американский астрофизик Ли Смолин.

Другой уроженец СССР, живущий на Западе, космолог Андрей Линде полагает, что мы сами способны учинить новый Большой взрыв, собрав в какой-либо точке пространства громадное количество энергии, превышающее некий критический предел. По его расчетам, космические инженеры будущего могли бы взять незримую щепотку вещества – всего несколько сотых долей миллиграмма – и уплотнить его до такой степени, что энергия этого сгустка составит 1015 гигалектронвольт. Образуется крохотная черная дыра, которая начнет расширяться по экспоненте. Так возникнет «дочерняя Вселенная» со своим пространством-временем, стремительно отделяющаяся от нашей Вселенной.

…В природе Большого взрыва много фантастичного. Но справедливость этой теории доказывает целый ряд природных феноменов. К ним относятся наблюдаемое нами расширение Вселенной, картина распределения химических элементов, а

также космическое фоновое излучение, которое так и называют «реликтом Большого взрыва».

Что было до Большого взрыва?

Мир не существует вечно. Он родился в пламени Большого взрыва. Но было ли это уникальным явлением в истории космоса? Или повторяющимся событием, вроде рождения звезд и планет? Что если Большой взрыв – лишь фаза перехода из одного состояния Вечности в другое?

Многие физики говорят о том, что изначально было Нечто, а не Ничто. Быть может, наша Вселенная, – как и другие, – родилась из элементарного квантового вакуума. Но как ни «минимально просто» подобное состояние, – а меньше, чем квантовый вакуум, не дозволяют быть законы физики, – его нельзя все же именовать «Ничто».

Может быть, видимая нами Вселенная – лишь очередное агрегатное состояние Вечности? А причудливое расположение галактик и галактических скоплений – что-то вроде кристаллической решетки, которая в n-мерном мире, существовавшем до рождения нашей Вселенной, имела совсем иную структуру и которая может быть предсказана «формулой всего», разыскивавшейся еще Эйнштейном? И будет ли она найдена в ближайшие десятилетия? Ученые напряженно вглядываются сквозь стену Неведомого, оградившего наше мироздание, пытаясь понять, что же было за мгновение до того, как, по привычным для нас представлениям, не было ровным счетом ничего. Какие формы Вечного космоса можно вообразить, наделив время и пространство теми качествами, которые немыслимы в нашем мироздании?

Большой взрыв – лишь фаза перехода из одного состояния Вечности в другое

Среди самых многообещающих теорий, в которые физики пытаются втиснуть целую Вечность, можно назвать теорию квантовой геометрии, квантово-спиновую динамику или квантовую гравитацию. Наибольший вклад в их разработку внесли Абэй Аштекар, Тед Джекобсон, Ежи Левандовски, Карло Ровелли, Ли Смолин и Томас Тиманн. Все это – сложнейшие физические построения, целые дворцы, возведенные из формул и гипотез, – лишь бы скрыть таящуюся в их глубине и темноте прорву, сингулярность времени и пространства.

Окольные тропы новых теорий заставляют нас перешагивать через очевидные, на первый взгляд, истины. Так, в квантовой геометрии пространство и время, прежде дробимые бесконечно, вдруг разбиваются на отдельные островки – порции, кванты, меньше которых нет ничего. Все сингулярные точки могут быть вмурованы в эти «каменные глыбы». Само пространство-время превращается в переплетение одномерных структур – «сети спинов», то есть становится дискретной структурой, своего рода цепью, сплетенной из отдельных звеньев.

Объем минимально возможной петельки пространства составляет всего 10—99 кубического сантиметра. Эта величина настолько мала, что в одном кубическом сантиметре гораздо больше квантов пространства, чем тех самых кубических сантиметров в наблюдаемой нами Вселенной (ее объем составляет 1085 сантиметров в кубе). Внутри квантов пространства нет ничего, ни энергии, ни вещества – подобно тому, как внутри математической точки – по определению – не отыскать ни треугольника, ни икосаэдра. Однако если мы применим гипотезу о «субмикроскопической ткани Вселенной», дабы описать Большой взрыв, мы получим поразительные результаты, как показали несколько лет назад Абэй Аштекар и Мартин Боджовальд из Пенсильванского университета. Если заменить в Стандартной теории космологии дифференциальные уравнения, предполагающие непрерывное течение пространства, другими дифференциальными уравнениями, следующими из теории квантовой геометрии, то таинственная сингулярность исчезнет. Физика не заканчивается там, где начинается Большой взрыв, – таков первый обнадеживающий вывод космологов, отказавшихся принимать за истину в последней инстанции видимые нами свойства мироздания.

В теории квантовой гравитации предполагается, что наша Вселенная (как и все другие) родилась в результате случайной флуктуации квантового вакуума – глобальной макроскопической среды, в которой не было времени. Всякий раз, когда в квантовом вакууме возникает флуктуация определенных размеров, рождается и новая Вселенная. Она «отпочковывается» от той однородной среды, в которой образовалась, и начинает свою собственную жизнь. Теперь у нее – своя история, свое пространство, свое время, своя стрела времени.

В современной физике создан ряд теорий, которые показывают, как из вечно существующей среды, где нет Макровремени, но в отдельных точках которой течет свое микровремя, может возникнуть такой громадный мир, как наш.

Например, итальянские физики Габриэле Венециано и Маурицио Гасперини в рамках теории струн предполагают, что изначально существовал так называемый «струнный вакуум». Случайные квантовые флуктуации в нем привели к тому, что плотность энергии достигла критической величины, и это вызвало локальный коллапс. Он завершился рождением нашей Вселенной из вакуума.

В рамках теории квантовой геометрии Абэй Аштекар и Мартин Боджовальд показали, что пространство и время могут возникать из более примитивных фундаментальных структур, а

именно «сетей спинов».

Экхард Ребхан из Дюссельдорфского университета и – независимо от него – Джордж Эллис и Рой Маартенс из Кейптаунского университета развивают идею «статической Вселенной», которую обдумывали еще Альберт Эйнштейн и британский астроном Артур Эддингтон. В своем стремлении обойтись без эффектов квантовой гравитации Ребхан и его коллеги придумали сферическое пространство, которое пребывает посреди вечной пустоты (или, если хотите, пустой вечности), где нет никакого времени. Ввиду некоторой нестабильности здесь развивается инфляционный процесс, что и приводит к горячему Большому взрыву.

Конечно, перечисленные модели умозрительны, но они принципиально соответствуют современному уровню развития физики и результатам астрономических наблюдений последних двух десятилетий. В любом случае, ясно одно. Большой взрыв был скорее рядовым, естественным событием, а не единственным в своем роде.

Помогут ли подобные теории понять, что же могло быть до Большого взрыва? Если Вселенная родилась, что ее породило? Где в современных теориях космологии проступает «генетический отпечаток» ее родительницы? В 2005 году Абэй Аштекар, например, обнародовал результаты своих новых расчетов (проделать их помогли Томаш Павловски и Парамприт Сингх). Из них явствовало, что если исходные посылки верны, то до Большого взрыва существовали то же самое пространство-время, что и после этого события. Физика нашего мироздания, словно в зеркале, отразилась в физике мира иного. В этих расчетах Большой взрыв, будто зеркальный экран, рассекал Вечность, располагая рядом несоединимое – естество и его отражение. И что подлинность здесь, что призрак?

Единственное, что можно разглядеть «с той стороны зеркального стекла», что Вселенная тогда не расширялась, а сжималась. Большой взрыв стал точкой ее коллапса. В этот момент пространство и время на мгновение пресеклись, чтобы вновь отразиться – продолжиться – фениксом восстать уже в знакомом нам мире, том мироздании, которое мы вымеряем нашими формулами, шифрами и числами. Вселенная буквально вывернула сама себя наизнанку, словно перчатку или рубашку, и с тех пор неуклонно расширяется. Большой взрыв не был, по Аштекару, «творением целой Вселенной из Ничто», а являлся всего лишь переходом из одной динамической формы Вечности в другую. Может быть, Вселенная переживает бесконечную череду «больших взрывов», и эти десятки миллиардов (или сколько там)

лет, разделяющие ее отдельные фазы, – лишь периоды «космической синусоиды», по законам которой живет мироздание?

Мир законов природы

Мы видим, что мир живет по определенным правилам, именуемым «законами природы». Ученые открывают эти законы и формулируют их. Прогресс в науке тесно связан с подобными открытиями. Они помогают обобщать факты, объяснять происходящее, прогнозировать будущее. Многим кажется естественным, что в хаосе явлений, окружающем нас, угадывается стройный порядок, который ощутим на всех уровнях от Микрокосма до Макрокосма. Все мироздание живет по законам, скрепляющим его, как тело – скелет.

Но откуда взялись эти законы? Вечны ли они или со временем меняются? Слепо ли подчиняется им природа или может их нарушить?

На протяжении веков люди отвечали на эти вопросы, не задумываясь. Законы природы придумал Бог. Они действуют вечно. Стало быть, они возникли в момент сотворения мира, – говоря научным языком, во время Большого взрыва. И, очевидно, уже тогда они были «идеальными».

Но верится в такое с трудом. Можно ли предусмотреть все заранее? Для чего в момент зарождения Вселенной нам нужен закон, который «следил» бы за тем, чтобы некоторые металлы при температуре, близкой к нулю по шкале Кельвина, теряли свое электрическое сопротивление? О каких сверхнизких температурах шла речь в тот миг?

А если ответить по-другому? Может быть, законы природы «не сотворены» никем? Что если они исподволь формировались на протяжении многих миллионов лет? Мы знаем, что природа претерпевает эволюцию. Живые организмы приспосабливаются к окружающему их миру и соответственно меняются. Возможно, подобная эволюция происходит и в космосе. Элементарные частицы (протоны, электроны, нейтроны и иже с ними) каким-то образом «приноравливаются» друг к другу. Возникают определенные «правила общежития» этих частиц.

Может быть законы природы возникли в момент Сотворения мира, – говоря научным языком, во время Большого взрыва

Однако подобные идеи противоречат фактам, накопленным астрофизикой. Свет отдаленных галактик доносит до нас вести о том, какие законы действовали вскоре после «сотворения мира». Спектральные линии световых лучей свидетельствуют, что звезды в ту эпоху подчинялись тем же законам, что и теперь.

В спорах о сущности законов природы выделяется несколько партий.

Реалисты полагают, что законы природы существуют независимо от наших формулировок и определений. Они реальны, как стулья, полемически писал в своей книге «Мечта о единстве Вселенной» Стивен Вайнберг.

Разумеется, законы природы заслуживают куда большего уважения, чем любые предметы. Ведь последние все же не могут ускользнуть из-под нашей власти. Мы вольны переставить стул, передвинуть стрелку часов, раздробить каменную глыбу, а вот повлиять на законы природы не можем. Сколько мы ни наблюдаем за Солнцем, мы не в силах изменить, например, силу его притяжения. Мы зависим от законов природы, а они от нас – нет. Эти законы не выдуманы нами, а открыты. И подобно тому, как пустынный остров, затерянный в океане, существовал задолго до того, как его увидел человек, так и законы природы излагались на языке математики еще во время оно, а не только с тех пор, как их открыли. В этом убеждены и некоторые другие современные ученые, например, Александр Виленкин: «Надо полагать, что законы физики существовали “еще до того”, как возникла Вселенная». По его мнению, сам факт рождения Вселенной априори предполагает наличие определенных законов, по которым будет протекать ее развитие. Эта точка зрения близка традиции Платона, который верил в то, что за пределами

видимого нами мира реально существует мир идей.

Позитивисты и номиналисты убеждены в обратном. «Физические теории – это лишь математические модели, которые мы конструируем, – заявляет Стивен Хокинг. – Мы не можем задаться вопросом, что такое действительность, ведь мы не в силах проверить, что реально, а что нет, не прибегая к помощи разного рода моделей». Подобное мнение не ново. Физик и философ Эрнст Мах, ставший когда-то объектом нападок первого классика ленинизма, призывал ограничиваться лишь простыми математическими описаниями эмпирических процессов, а философ Людвиг Витгенштейн в «Логико-философском трактате» полемично заявлял, что «в основе всего современного мировоззрения лежит ошибочное убеждение в том, что так называемые законы природы суть объяснения явлений природы».

Прагматики, избегая крайностей, присущих сторонникам обоих научных лагерей, считают законы природы неким полезным подспорьем, помогающим довольно точно описать природные феномены. «Меня интересует модель, которая наиболее эффективно объяснит наблюдаемые факты, – подчеркивает Пол Стейнхардт. – Соответствует ли она реальности, это пустой вопрос. Модели всегда упрощают реальность. По сути дела, нам не очень даже важна реальность сама по себе. Мы нуждаемся, прежде всего, в модели, которая описывает многообразие сложных феноменов с помощью самых простых концепций, понятных нашему разумению и позволяющих прогнозировать происходящее». Выступая перед студентами, Стейнхардт часто приводит следующий пример. По телевизору идет трансляция футбольного матча. В таком случае, пробуя предсказать, что произойдет в следующий момент, лучше всего полагать, что красочные пятна на экране – это подобия футболистов, и дальше руководствоваться знанием футбольных правил, нежели вспоминать об электронных схемах, электромагнитных полях – обо всем том, что порождает цветовые сигналы на экране монитора. «Реальность – это не всегда то, что вам хотелось бы, а вам хотелось бы понимания».

Простейшие законы природы – такие, как «зависимость силы тяготения от квадрата расстояния», – мы еще можем представить себе чисто геометрически. Но что прикажете делать с общей теорией относительности или квантовой физикой? С какой стати Матушке-Природе ведомы столь сложные конструкции, что они не доступны разумению большинства людей? Что если мы заблуждаемся, считая, что природа следует каким-то формулам? Закономерности ведь можно разглядеть в любом нагромождении случайных фактов.

Возможно, многие закономерности, принимаемые нами за неумолимые законы, являются лишь следствием нашей способности отыскивать определенные схемы в наблюдаемых процессах. На практике мы вынуждены пренебрегать многими факторами, мешающими проявлению этих законов. Зачастую законы идеализируют природу и следуют особенностям нашего мышления. Порой мы готовы скорее придумать их, чем открыть.

Что будет, если «закон сохранения энергии» перестанет вдруг соблюдаться – в Микромире ли, в Макромире? Нас это не смутит. В его незыблемости мы уверены. Мы тут же, походя, выдумаем новую форму энергии – какую-нибудь «энергию темного вакуума», – избавляющую нас от любых сомнений. И вот энергетический баланс восстановлен.

Так уже было недавно, когда масса видимой Вселенной оказалась недостаточной, чтобы соблюдались известные нам законы. Тогда логика рассуждений заставила нас признать, что мироздание на 95 % состоит из темного вещества и темной энергии. Подобные открытия побуждают некоторых заявлять, что вся физика – фикция.

На фоне этих сомнений наиболее практичными выглядят соображения «реалистов». Ведь, с их точки зрения, можно объяснить, почему одни научные теории являются истинными, а другие – ложными. Природа – вот безжалостный, неподкупный судья, решающий, верна теория или нет. Не бывает нескольких отличных друг от друга, но одинаково истинных теорий, описывающих некий феномен. Непременно одна из них берет верх, а другие, несмотря на всю свою убедительность, оказываются ложными.

Мир фундаментальных констант

Фундаментальные константы – основа теоретической физики, но их природа загадочна. Если бы хоть одна из них немного изменилась, в нашей Вселенной никогда бы не зародилась жизнь. Неужели мы живем в космосе, который и впрямь создан неким Творцом? А может, нам повезло, и мир случайно возник таким, каков он есть? Или наша Вселенная окружена мириадой параллельных миров, наделенных самыми разными свойствами?

Открытия, сделанные в последние десятилетия, заставляют говорить о невероятно точной юстировке «вселенского хаоса», сравнимой, хотя бы приближенно, с настройкой концертного рояля, где многие десятки струн должны издавать гармонично сплетающиеся звуки. О, если бы речь шла только о десятках струн, а не о протянувшемся в бесконечность мироздании! Итак, что было бы…

Если бы число пространственных и временных измерений было иным, то траектории движения планет и электронов стали бы неустойчивыми, а скорость распространения электромагнитных волн изменилась бы.

Если бы сильное взаимодействие, скрепляющее атомные ядра, оказалось на несколько процентов слабее или сильнее, то процесс термоядерной реакции в недрах звезд прекратился бы и не произошел синтез тяжелых элементов, не образовался углерод – основа всей известной нам жизни, а возможно, и не возникло никаких звезд.

Если бы слабое взаимодействие было несколько сильнее или слабее, то почти весь водород вскоре после Большого взрыва превратился бы в гелий, перестали взрываться сверхновые звезды, а ведь благодаря этим взрывам происходит синтез тяжелых элементов – основного сырья для новых звезд и планет.

Если бы электромагнитное взаимодействие, удерживающее, в частности, электроны возле атомных ядер, было в десятки раз сильнее, то атомы утратили бы стабильность, перестали существовать макроскопические тела, а химические реакции, обуславливающие зарождение жизни земного типа и ее эволюцию, протекали слишком медленно.

Если бы сила гравитации была несколько сильнее или слабее, то Вселенная давно бы пережила коллапс или настолько быстро расширилась, что такие звезды, как Солнце, просто не успели бы зародиться или срок их жизни не превысил бы миллиона лет.

Все чаще слышатся разговоры об «антропном принципе», о том, что мир устроен так, чтобы здесь мог жить человек. Если бы

не было этой изначальной мировой гармонии, то Вселенная была бы «безвидна и пуста». Ученые не хотят верить в странное совпадение, в «ее величество Случайность», а потому ищут разгадку чуда. Чем объяснить согласие «космического оркестра»? У всякой случайности должна быть подоплека! Есть разные объяснения точной настройке «вселенского механизма».

Теория «мировой формулы». Все предопределено некой фундаментальной теорией – «формулой мироздания», обуславливающей все и вся. Мир – лишь форма проявления той изначальной сущности, что диктует константам их значения.

Теория «мирового ансамбля». Есть множество параллельных Вселенных, имеющих свои специфические параметры. Среди них – наша, чего доброго, единственная, где могла зародиться жизнь. «В физике допустимо, например, существование Вселенных, которые расширяются в любом направлении с разной скоростью или вращаются и ведут себя хаотично. Наша Вселенная, к счастью, довольно проста, – пишет Джон Бэрроу, профессор Кембриджского университета и автор книги «1 × 1 мироздания». – Она расширяется во все стороны с одной и той же скоростью».

Теория «Творца». Образ нашего мироздания предначертан свыше – Природой или некой сознательной силой, диктующей миру его свойства.

В каком-то роде эти объяснения даже не противоречат друг другу. Например, может существовать множество Вселенных, обладающих самыми разными свойствами, причем все их создал Бог, что, впрочем, не в силах доказать ни современные ученые, ни, может быть, и Он сам – что ж, на все воля и неволя Господня!

Однако на проблему можно взглянуть и с другой стороны. Что если мы живем в одном из множества миров – в лучшем из лучших/худших, которые все возникали совершенно случайно? Быть может, Природа необычайно расточительна в своих свершениях и наряду с нашим мирозданием породила мириаду миров, устроенных по другим принципам? И что если наша Вселенная приспособлена для жизни лишь потому, что наряду с ней есть бессчетное число миров, где не найти и следа человека, где он просто не мог появиться?

Гипотеза «параллельных Вселенных» – «Мультивселенной» – заставляет нас по-новому взглянуть на поразительно точное соответствие физических констант. Это чудо точности объяснимо лишь нашим положением наблюдателей. Находясь в том мироздании, где жизнь возможна, мы видим и впрямь, что она возможна, что этому благоволят законы физики – законы, действующие только в том «подлунном мире», где мы родились.

Точно так же, если мы внезапно перенеслись хотя бы на Меркурий или Плутон, у нас вряд ли возникло бы желание говорить об «антропном принципе» – о «лучшем из миров». Лишь Земля точнехонько затесалась в ту область, где только и возможна жизнь. Природа сотворила бесчисленное множество «декораций», но наша жизненная драма будет сыграна на одних-единственных подмостках – там, где мы имели счастье родиться.

Теория «параллельных Вселенных» решительно порывает с представлением о нашем особом положении в этом мире. Когда-то Коперник дерзко заявил, что Земля – не «пуп мироздания». Времена меняются, и теперь весь наш космос – лишь бледная тень в бесконечном хороводе других миров.

Разумеется, эта теория диаметрально противоположна взглядам на Вселенную как место, исключительно приспособленное для жизни человека. И, наоборот, вера в «антропный принцип» выводит нас из многоликого морока миров и оставляет один на один с их Творцом, ведь этот принцип можно трактовать как новое слово в традиционном богословии, подправленном в соответствии с реалиями науки.

«Антропный принцип» выводит нас из многоликого морока миров и оставляет один на один с их Творцом

«Так неужели Бог за миллиарды лет до Эйнштейна занимался тем, что самолично выводил сложнейшие формулы современной физики, чтобы описать образ мира?» – иронично ответствуют ученые, которым ближе теория «параллельных Вселенных». И с долей некоторого прагматизма добавляют, что, будь Бог и впрямь Зиждителем нашего мира, он явно просчитался, допустив нецелевое расходование средств. Все эти бессчетные галактики были, пожалуй, «материей, выброшенной на космический ветер».

Нам на Земле отлично жилось бы и без них. Наша Вселенная устроена гораздо сложнее, чем того требует зарождение жизни. Если вероятность появления Солнечной системы, а значит, и жизни в ней, составляет 1: 101058 (один к десяти в степени десять в пятьдесят восьмой степени), как подсчитал Роджер Пенроуз, то вероятность появления нашей Вселенной гораздо ниже и равна 1: 1010123 (один к десяти в степени десять в сто двадцать третьей степени). Но если бы даже удалось убедиться в том, что мы и впрямь живем во Вселенной, выстроенной по определенному проекту, то это все же не стало бы доказательством бытия Божьего. Ведь наш Универсум мог быть результатом грандиозного эксперимента, проводимого за его пределами, ну а мы – подопытным материалом, способным к саморазвитию. Разумеется, подобная гипотеза напоминает скорее эпизод научно-фантастического фильма. Для чего космическим инженерам множить миры? Ради любопытства? Ради желания сеять разумную жизнь? И как они провернули это дельце, дав толчок развитию жизни на миллиарды лет вперед? Тут умолкают и энтузиасты…

Странности космической инфляции

С начала 1980-х годов в теоретической космологии бурные споры вызывала гипотеза, которую предложил американский физик Алан Гут. Стремясь объяснить, как из «Ничто» произошло «Нечто», он сформулировал новую теорию рождения Вселенной. По его предположению, Вселенная сразу после Большого взрыва была заполнена ложным вакуумом. Для этой формы материи характерно большое отрицательное давление. Вызываемая им отталкивающая гравитация привела к очень быстрому, ускоряющемуся – астрофизики говорят «экспоненциальному» – расширению космического пространства. По различным оценкам, эпоха его расширения наступила через 10—43—10—35 секунды после Большого взрыва и завершилась уже через 10—33–10—30 секунды после «начала всех времен».

Ложный вакуум обладает очень высокой энергией, а потому в стремительно разраставшейся Вселенной скопилось неимоверное количество энергии. Когда процесс расширения прекратился, она высвободилась. По закону эквивалентности массы и энергии (помните знаменитую формулу Эйнштейна: E = mc2) последняя превратилась в вещество. Это превращение происходило по принципам квантовой физики, а они предполагают некоторую неопределенность, что и привело к флуктуациям энергии – и значит, массы – в различных уголках Вселенной. Там, где плотность оказывалась выше средней, под действием гравитации собиралось все больше вещества. Возникали скопления газа, из которых потом вырастали галактики.

Американский физик Алан Гут

Скорость расширения Вселенной превышала скорость света. Этот факт не противоречит теории относительности, поскольку речь идет вовсе не о том, что какой-то объект движется вопреки законам Эйнштейна, а о том, что само пространство расширяется в подобном темпе. Гут назвал этот феномен «космической инфляцией» (от лат. inflatio, «вздутие»). За кратчайший миг размеры Вселенной, как показывают расчеты, увеличились в 1030—1050 раз. По окончании этой эпохи, длившейся долю секунды, эволюция Вселенной описывается уже уравнениями А.А. Фридмана в рамках стандартной модели Большого взрыва.

Теория инфляции естественным образом объясняет особенности начального состояния Вселенной, которые прежде казались такими загадочными. Вот некоторые ее следствия.

Например, одна лишь видимая нами часть мироздания

содержит около 1090 частиц. И только гипотеза инфляции может объяснить, почему за неполных 14 миллиардов лет Вселенная достигла таких гигантских размеров. Ее быстрое расширение сопровождалось столь же стремительным делением частиц.

Мы обнаруживаем во Вселенной одни и те же структуры. В рамках стандартной модели Большого взрыва нельзя объяснить наблюдаемую однородность мироздания. Если же предположить, что в течение какого-то времени Вселенная расширялась со сверхсветовой скоростью, становится понятно, что до начала эпохи инфляции эти неимоверно удаленные теперь области находились рядом и могли взаимодействовать друг с другом, что и объясняет их однородность.

Еще одна особенность видимой нами части Вселенной: она является фактически плоской. Между тем, согласно общей теории относительности Эйнштейна, пространство искривлено. В этом не будет никакого противоречия, если предположить, что видимое нами пространство представляет собой лишь малую часть стремительно разросшейся Вселенной. Поэтому нет ничего удивительного в том, что космос кажется нам плоским. «Мысленно увеличьте искривленную поверхность сферы в огромное число раз. Это как раз то, что случилось с Вселенной во время инфляции, – комментирует этот феномен Александр Виленкин. – Нам видна лишь крошечная часть этой огромной сферы. И она кажется плоской точно так же, как Земля, когда мы рассматриваем небольшой ее участок».

Теория инфляции описывает также причину появления галактик и галактических скоплений. Они разрослись из флуктуаций плотности, которые возникли на месте квантовых флуктуаций. Почти моментально они превратились в громадные сгустки.

Наконец, еще один странный факт. В первые мгновения после Большого взрыва должны были появиться самые разные частицы, в том числе тяжелые магнитные монополи – магнитные заряды, несущие лишь один магнитный полюс. Пока они не найдены. Если же предположить, что Вселенная пережила фазу инфляционного расширения, то, очевидно, в видимой нами части космоса плотность магнитных монополей стала практически равна нулю. Она в миллиарды миллиардов раз меньше, чем следует из стандартной модели. Значит, их надо искать в других областях Вселенной.

Стремительное расширение Вселенной обусловило ее топологию. Очевидно, оно протекало в трех измерениях. Они и стали «теми тремя измерениями, которые характеризуют сегодняшнюю Вселенную, – пишет на страницах журнала

«Scientific American» космолог Макс Тегмарк, профессор Массачусетсского технологического института. – Шесть остальных сейчас нельзя обнаружить либо потому, что они остались микроскопическими, либо потому, что материя сосредоточена на трехмерной поверхности девятимерного пространства».

Немалый вклад в разработку теории инфляции внесли также советские ученые Алексей Старобинский, Андрей Линде и их зарубежные коллеги – Пол Стейнхардт и Андреас Альбрехт.

В частности, Линде сравнил квантовый вакуум, из которого, по мнению многих космологов, родилась наша Вселенная, с мыльной пеной, усеянной множеством пузырьков: одни из них раздуваются, другие лопаются – одни миры рождаются, другие гибнут. По расчетам Линде, вероятность выживания нашей родной Вселенной составляла 50 %. Она могла либо постоянно расширяться, как накачиваемый воздухом шар, либо сжаться, как шар, из которого выпустили воздух.

Результаты наблюдений, проведенных в 1990—2000-х годах зондом COBE и зондом Уилкинсона, блестяще подтвердили гипотезу космической инфляции, хотя механизм этого процесса до сих пор не вполне ясен. Уточнять есть что. Никто не знает, как началось инфляционное расширение космоса и почему оно прекратилось. Существует уже более трехсот различных моделей этого процесса, хотя все это не меняет главного: космическая инфляция стала частью экспериментальной науки.

Кстати, теория инфляции, возможно, объясняет загадку фундаментальных констант, природу их удивительной гармонии. Система констант напоминает затейливо выстроенный карточный домик. Пока ни одна карта не дрогнет, неколебимо высится вся постройка. Но стоит изменить «положение хоть одной карты» – значение всего одной константы, как конструкция рухнет. Чем объясняется эта точность?

Что если в процессе инфляции отдельные части Вселенной начали жить по разным законам физики – отдельные, невероятно отдалившиеся друг от друга части Вселенной? Как явствует из Стандартной модели космологии, в нашем мироздании могут существовать регионы, которые заметно отличаются от видимой его области. Они, впрочем, находятся так далеко от нас, что поистине недостижимы. Можно сказать, что на контакт с ними наложен запрет. Так что весь спектр возможных миров готов уместиться в различных областях одной-единственной Вселенной, хотя в метафорическом смысле можно было бы говорить о «разных Вселенных».

Стоит также отметить, что, по мнению ряда исследователей,

отрицательное давление, создаваемое темной энергией и заставляющее нашу Вселенную безудержно расширяться, в чем-то сродни тому физическому механизму, который вызвал ее инфляционное расширение. Идет ли речь лишь о кажущемся сходстве или о чем-то более глубоком?

Время первых звезд

Когда и как возникли первые звезды? Как они выглядели? Какими свойствами обладали? Какова была их масса? Можно ли сегодня отыскать эти звезды?

Все эти вопросы вызывают огромный интерес у астрономов. Как отмечают исследователи, «первые звезды подготовили сцену для всех последующих событий, которые протекали в нашей Вселенной и привели к формированию крупных структур». Пока еще ученым не удалось обнаружить «Адама и Еву звездного мира», но они уверены, что этот миг не за горами.

До появления первых звезд во Вселенной было довольно скучно. Во время Большого взрыва возникли лишь самые легкие химические элементы – водород и гелий, а также небольшое количество лития и бериллия. Все космическое пространство на протяжении долгого времени было заполнено чрезвычайно горячим непрозрачным газом. Лишь по мере того, как Вселенная расширялась, температура заполнявшего ее вещества падала. Наконец через 380 тысяч лет после Большого взрыва космос остыл до 3000 °С. Разрозненно сновавшие до этого протоны и электроны начали соединяться друг с другом, образуя отдельные атомы. Теперь излучение стало беспрепятственно распространяться. Туманную, беспросветную Вселенную залил наконец свет, видимый, впрочем, лишь… в инфракрасном и радиодиапазонах. Если бы человек мог перенестись в ту эпоху, то он ровным счетом ничего бы не разглядел. Все мироздание, с нашей точки зрения, по-прежнему окутывал мрак.

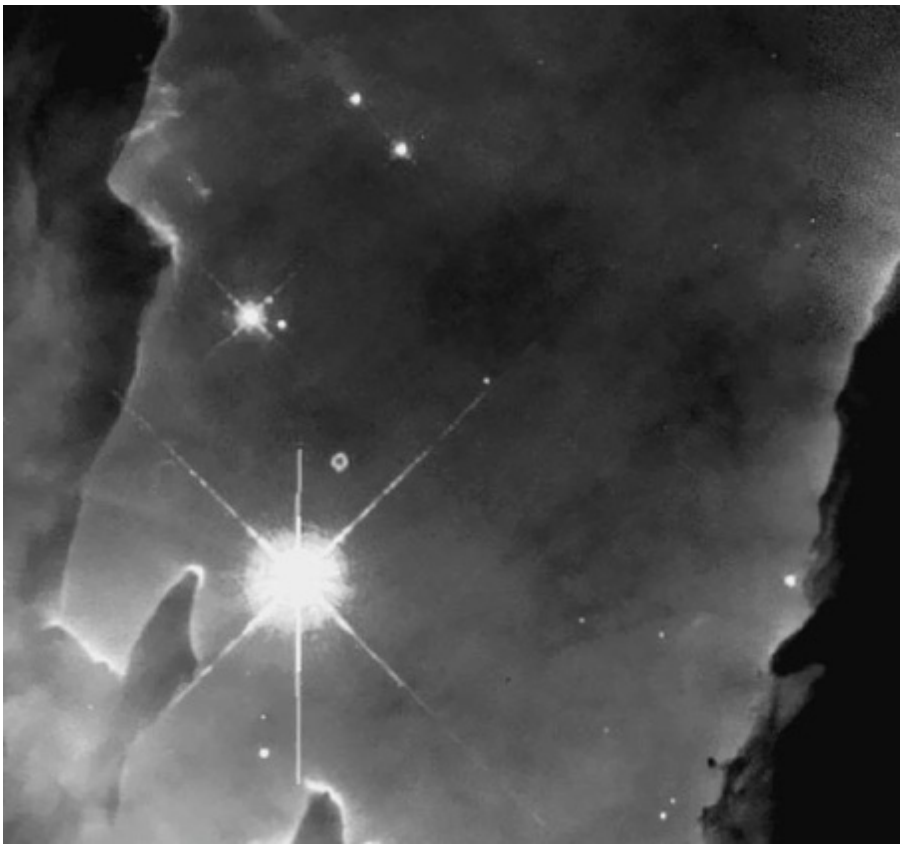
Потом, через 300 миллионов лет, в этом мраке стали вспыхивать первые, редкие звезды, словно лампы в городе, погрузившемся в ночную тьму. Космологи пока могут лишь моделировать протекавшие тогда события. Во многом приходится полагаться на гипотезы.

В то время важнейшую роль в мироздании играло темное вещество. Оно образовывало огромные сгустки – гало, где, подчиняясь его мощному притяжению, скапливалось еще и большое количество обычного вещества. Компьютерные модели показывают, что уже через 100 миллионов лет после Большого взрыва возникли первые карликовые галактики, представлявшие собой рассеянные скопления холодного темного вещества и горячих газовых масс – смеси водорода и гелия. В них не было звезд – они еще не сформировались. Эти галактики сливались друг с другом, образуя все более крупные объекты. Млечный Путь, как показывают расчеты, возник в результате постепенного

слияния около миллиона подобных галактик.

Первые звезды начали зарождаться лишь после того, как газовые массы остыли. Это происходило в самых компактных и плотных гало. Первые звезды не были похожи на те звезды, что и теперь продолжают появляться в отдельных областях Млечного Пути. Они были очень крупными, весили в 100 и более раз больше, чем Солнце (по некоторым оценкам, их масса могла достигать 1000 солнечных масс). Их видимая поверхность была разогрета до 100 000 °C (температура внешних слоев Солнца – около 5500 °C).

Газовые массы, из которых состояли эти звезды, почти не содержали тяжелых элементов. Впрочем, и сегодня их концентрация чрезвычайно мала. На 3000 атомов водорода приходится всего по одному атому углерода и два атома кислорода. А ведь это самые распространенные тяжелые элементы во Вселенной! Теперь они играют важную роль в зарождении звезд.



Первые звезды начали зарождаться лишь после того, как газовые массы остыли

Когда молекулярное облако сжимается под действием собственной гравитации, температура этого сгустка растет. Увеличивается и давление внутри облака, оно препятствует его дальнейшему сжатию. Тяжелые элементы служат охладителем, и потому процесс формирования звезды продолжается.

В ранней Вселенной таких охладителей не было. Тем не менее звезды возникали. В 2008 году свое решение этой загадки предложили японские астрофизики Наоки Ёсида и Кадзуюки Омукаи и их американский коллега Ларс Хернквист. В своей модели они рассматривали громадное гало, состоявшее из темного вещества. Находившееся в этом гало облако водорода и гелия постепенно сжималось, пока его температура не возросла до 10 000 °C. Давление раскаленного газа препятствовало его дальнейшему сжатию. Тем не менее возникла протозвезда, которая весила, правда, в сотню раз меньше, чем Солнце. Давление и температура в ее недрах еще долгое время были недостаточны для того, чтобы вспыхнула термоядерная реакция. Однако зарождавшаяся звезда продолжала притягивать окружающие массы газа. Модель, которую разработал Фолькер Бромм из Техасского университета, показывает, что всего за несколько тысяч лет масса этой звезды неимоверно возросла. Когда наконец она превысила 100 солнечных масс, ядро звезды уплотнилось настолько, что началась реакция термоядерного синтеза.

Этот сценарий, созданный усилиями нескольких групп ученых, объясняет, почему звезды первого поколения принципиально отличались от современных звезд. Они не только весили гораздо больше, чем Солнце, но и светили в миллионы раз ярче его. Это излучение пронизывало мощную пелену газа, окружавшую звезду, и разогревало ее. Каждая из этих звезд была окружена раскаленным газовым пузырем, порой достигавшим в поперечнике 15 тысяч световых лет. Диаметр нашей Галактики сейчас всего в несколько раз больше, чем диаметр одной-единственной звезды, которую обволакивал этот гигантский шлейф.

События, протекавшие тогда, недоступны наблюдению астрономов. Однако, как явствует из исследования отдаленных квазаров, эпоха первых звезд завершилась примерно через 800 миллионов лет после Большого взрыва. И еще одно выяснили ученые. Уже в эпоху первых звезд та смесь водорода и гелия, что заполняла космическое пространство, стала обогащаться всеми известными нам сегодня тяжелыми элементами, которые возникали после взрывов отдельных звезд.

Но как протекали эти взрывы? Были ли они похожи на взрывы

современных сверхновых? Как показывают, например, компьютерные модели, звезда, чья масса лежала в диапазоне от 140 до 260 солнечных масс, взрывалась из-за особого феномена, который называется «нестабильностью пар». Первая сверхновая этого типа – SN 2007bi – была обнаружена лишь в 2007 году в карликовой галактике, расположенной на расстоянии 1,6 миллиарда световых лет от Земли. Механизм, приводивший к подобным взрывам, таков.

В течение нескольких миллионов лет в недрах звезды поддерживалось равновесие. Мощная сила гравитации стремилась ее сжать, а интенсивный поток излучения, исходивший из ее недр, не давал это сделать. Фотоны непрестанно сталкивались с атомными ядрами, создавая силу давления, распиравшую звезду. Когда же горючее в ее топке заканчивалось, она начинала сжиматься. При этом давление в ее недрах достигало такой громадной величины, что фотоны – по знаменитой формуле Эйнштейна, связывающей энергию и массу, – превращались в вещество. Каждая пара фотонов порождала другую пару – электрон и его античастицу, позитрон. Наконец в недрах звезды не оставалось фотонов. Теперь ничто не препятствовало дальнейшему коллапсу. Температура и давление в недрах звезды стремительно нарастали, вновь вспыхивала термоядерная реакция. В результате почти половина всей ее массы превращалась в тяжелые элементы. Следовал мощнейший взрыв, который астрономы сравнивают со взрывом водородной бомбы.

Почти все, что мы знаем о подобных звездах, – это результат компьютерного моделирования. Однако даже современные компьютеры могут ошибаться. Лишь наблюдения, которые будут проводиться с помощью космических телескопов нового поколения, дадут окончательный ответ на вопрос, что же происходило в эпоху первых звезд.

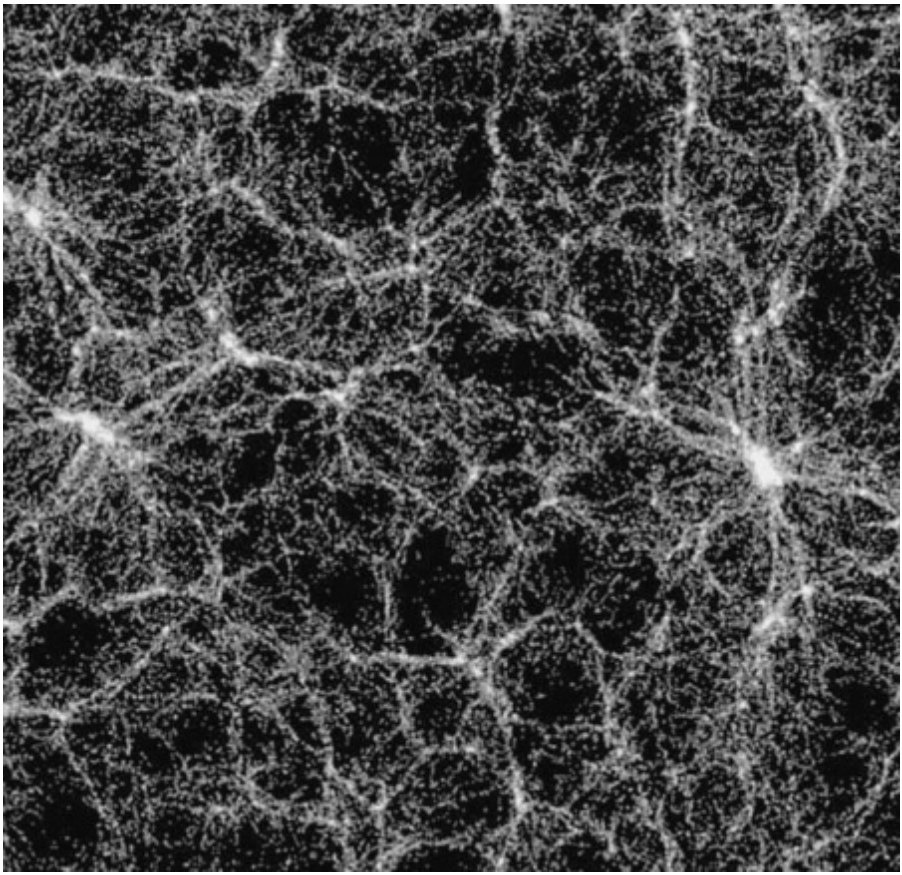
Каким космологи представляют себе «Конец Света»?

Астрономические открытия конца XX века показали, что наша Вселенная расширяется все быстрее. Наука решительно перечеркнула привычные еще недавно картины вселенской катастрофы – «всемирного конца света», рисовавшие, как по прошествии многих миллиардов лет Вселенная снова станет сжиматься и исчезнет, уничтоженная «Последним взрывом» (С. Хокинг).

Но вечность мироздания отнюдь не означает вечности наполняющих его творений. В своей работе «Умирающая Вселенная» американские космологи Фред Адамс и Грегори Лафлин попробовали описать судьбу вечно расширяющегося мира. По их мнению, нашей Вселенной суждено пережить шесть эпох.

Первая из них длилась буквально мгновение: 10—32 секунды. За этот миг Вселенная успела возникнуть в пламени Большого взрыва и стремительно разрастись.

Затем наступила «эпоха излучения». В ту пору Вселенная была заполнена густой, раскаленной смесью протонов и электронов. Постепенно эта смесь остыла до 3000 °С, а бурлившие в ней элементарные частицы соединились в атомы. Вселенная стала прозрачна. Теперь электромагнитное излучение беспрепятственно распространялось в ней.



В процессе гибели Вселенной плотность вещества снизится так сильно, что распадутся галактики

Минули сотни миллионов лет. Из почти равномерно рассеянного газообразного вещества сформировались звезды, галактики и даже целые скопления галактик. Сегодня мы живем в середине так называемой «эпохи звезд» – третьей по счету эры, переживаемой мирозданием. Со временем Солнце превратится в красного гиганта. На нашей планете все будет выжжено дотла.

Через триллионы лет та же катастрофа повторится в глобальном масштабе. Скопления галактик расплавятся, образуя громадные аморфные сгустки материи. В конце концов останутся лишь такие долгоживущие объекты, как красные карлики. Именно в их окрестности могут сохраниться последние островки жизни в нашей Вселенной. Впрочем, по прошествии 100 триллионов лет «сгорят» последние звезды. Их эпоха прекратится.

Начнется «эпоха распада». Вселенная будет пуста и холодна. Бессчетные поколения звезд исчерпают все запасы своего топлива – водорода и гелия. Исключения составят лишь коричневые карлики, чья масса была слишком мала, чтобы поддерживать термоядерную реакцию в звездной «топке». Они-то свое топливо

сохранят, и потому при случайном слиянии двух подобных объектов образуется красный карлик. Впрочем, событие это будет очень редким. За весь огромный период времени – начиная с 1014 и заканчивая 1020 годами – на участках пространства размером с нашу Галактику образуется всего-навсего от десяти до ста новых звезд.

В ту же эпоху плотность вещества снизится так сильно, что распадутся галактики. Одни погасшие звезды, случайно сближаясь, будут сливаться друг с другом. Другие от соударений вылетят далеко за положенные им пределы и затеряются в межгалактическом пространстве. Все прочие глыбы, бывшие некогда звездами, провалятся в черные дыры, расположившиеся посредине прежних галактик. В этой кромешной тьме канет каждая десятая звезда.

После этой эпохи наше мироздание «окажется на перепутье». По одним теориям, описывающим судьбу Вселенной, протоны – основные элементы атомных ядер – со временем утратят стабильность и по прошествии 1033—1041 лет распадутся. Если это так, то вся материя превратится в электроны, позитроны, пи-мезоны, нейтрино и гамма-излучение. «Эпоха распада» окончится, облик нашей Вселенной радикально изменится.

Теперь единственными крупными объектами в ней останутся черные дыры. Начнется их эпоха. Одни из них будут сродни крохотным кляксам, расплесканным во Вселенной. Другие окажутся огромными безднами, их масса будет в миллиарды раз больше массы Солнца. Но и они не вечны. Они тоже теряют свое содержимое. За счет квантовых эффектов они испарятся, превратившись в излучение Хокинга. Сжавшись до размеров атома, черные дыры исчезнут из нашей Вселенной, выдав напоследок вспышку лучистой энергии. Последние из них, некогда обретавшиеся посредине галактик, рассеются, словно морок, по прошествии 10100 лет. Лишь резкий отсверк гамма-лучей станет «эпитафией миллиардам почивших звезд, галактик и черных дыр», – отмечает австралийский астрофизик Пол Дэвис.

Итак, во Вселенной не останется даже мало-мальски заметных скоплений вещества. Только пары из позитронов и электронов будут кружиться по своим орбитам, чей радиус, возможно, окажется больше размеров всей нашей нынешней Вселенной. Это и немудрено: к тому времени размеры мироздания увеличатся в 1040 раз.

Электронно-позитронная идиллия продлится, на наш взгляд, «бесконечно долго», но и ей положен предел. Вселенная, скатываясь вниз по вечной лестнице времени, теряет последние капли своего содержимого, словно отброшенный кем-то сосуд,

кем-то великим и непостижимым. Но сам сосуд, повторимся, вечен! Нам же по прошествии 10117 лет после Большого взрыва пришла пора попрощаться с этими электронами и позитронами, устроившими круговерть вселенских масштабов. Со временем, ибо оно отпущено им с лихвой, частицы, составившие эти пары, будут сталкиваться друг с другом и аннигилировать.

Что же останется, когда не останется даже элементарных частиц? Во Вселенной пребудут еще кванты света – фотоны. Сохранится также и некоторое количество нейтрино. Эту эпоху исследователи окрестили «вечной тьмой». Провидеть дальнейший ход событий не берутся и они. Впору лишь задаться вопросом: не превратится ли Вселенная в конце концов в ту самую Пустоту, которая порождает новые Вселенные?

Мы же вернемся на наше «перепутье мироздания». Мы предположили гибель протонов, и с их исчезновением, пережив эоны аннигиляции, погрузились в вечную тьму. Посмотрим же и другой сценарий. Что если протоны окажутся стабильными? Почему бы и нет? До сих пор науке не известен ни один случай распада протонов. Если крепость их и впрямь незыблема, то судьба мироздания окажется совершенно иной. Погаснут последние вспышки аннигилировавших черных дыр, но еще долго после этого события по Вселенной будут носиться оледенелые остовы звезд и планет. Пройдут эоны времени, пока их атомы вследствие реакций распада или холодных термоядерных реакций не превратятся в железо – элемент с самой благоприятной конфигурацией энергии. По оценке Фримана Дайсона, через 101500 лет все звезды, эти некогда ярко-огненные, раскаленные небесные тела, станут ледяными шарами, отлитыми из безупречно гладкого металла.

Однако Вселенная все еще не достигла самого низкого и, значит, наиболее стабильного энергетического уровня. Железные шары, бороздящие космическое пространство, по-прежнему будут излучать какое-то количество энергии. Пройдет 101026 (десять в степени десять в двадцать шестой степени) лет, и самые крупные железные звезды породят черные дыры, а звезды помельче взорвутся, образуя нейтронные звезды. На все это у них уйдет 101076 (десять в десять в семьдесят шестой степени) лет – срок, который даже помыслить трудно. Но пройдет и он. Все пространство заполонит космическая пыль. Под действием силы тяжести отдельные пылинки время от времени будут сливаться друг с другом. Эти сгустки претерпят коллапс, вновь превратятся в черные дыры, которые вслед за тем снова аннигилируют. Вселенная, как заезженная пластинка, будет какое-то время наигрывать одну и ту же мелодийку: сгущение, коллапс,

аннигиляция, сгущение, коллапс, аннигиляция… Но когда-нибудь уничтожатся и эти остатки материи.
Что впереди? «Холодно, холодно, холодно. Пусто, пусто, пусто. Страшно, страшно, страшно» (Антон Чехов). И течет бесконечное Время.

Вселенная – это «мыслящий организм»?

Есть ряд фундаментальных вопросов, на которые не дают ответа ни современная физика, ни космология, ни другие науки.

Что такое материя?

Почему пространство имеет три измерения?

Почему время течет из прошлого в будущее?

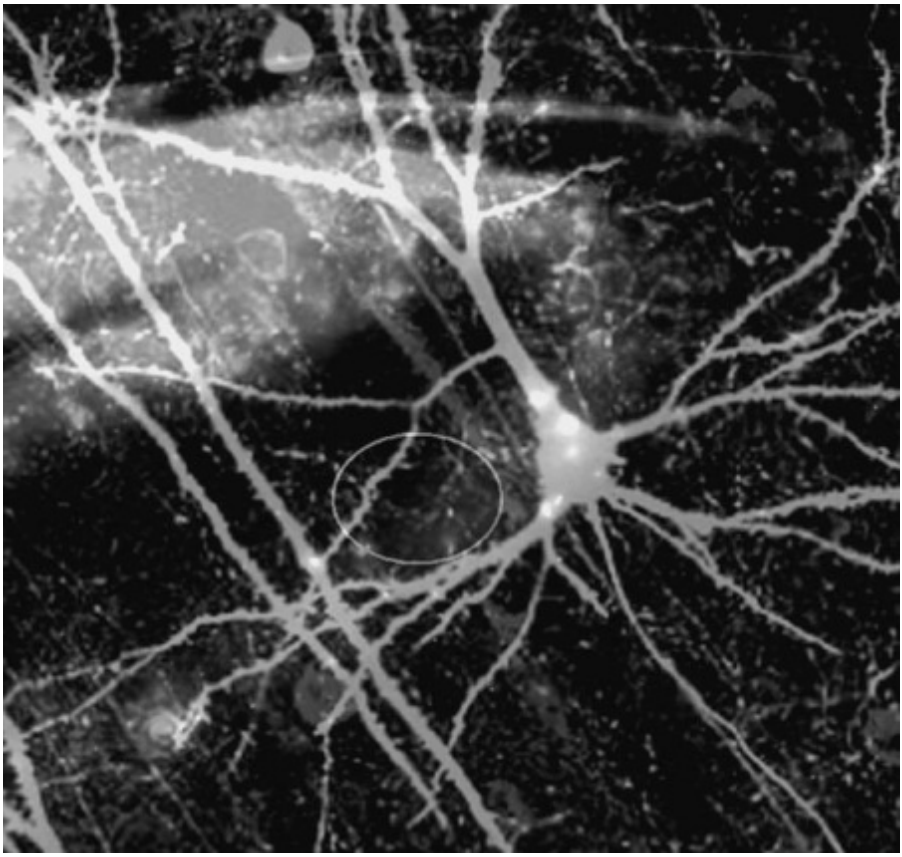
Действительно ли мироздание подчиняется строгим научным законам или случайно описывается некими формулами?

Наконец, что такое сознание? Откуда оно берется?

Существующие физические теории, какими бы необычными они ни казались, не объясняют этого. Пространство всегда бывает трехмерным; в противном случае законы природы выглядели бы иначе. Только теория струн априори предполагает, что пространство имеет гораздо больше измерений, но все они, кроме привычных для нас размерностей, «свернуты» и существуют лишь в микромире.

Нет места в физике макромира и ничему случайному. Лишь в хаосе микрочастиц возможны всякого рода странности. Ну а вопросы о том, что такое сознание и существует ли внечувственное восприятие, по мнению теоретиков классической физики, вообще числятся по другому ведомству: они принадлежат науке психологии или же псевдонауке – эзотерике.

И раз уж сама логика вынесла нас за рамки современной науки, приглядимся к необычной теории физика Реджинальда Т. Кэхилла из Аделаидского университета. Начнем разговор о ней издалека. Зададимся вопросом: «Почему мы вообще осознаем мир?» Ответ вроде бы налицо: «Потому что наш мозг устроен так, что отражает реальность. Структуры мироздания, очевидно, отражаются в структурах процессов, протекающих в головном мозге». Кэхилл переиначивает эту фразу. Если мозг, познающий мир, соответствует ему и устроен подобно ему, то и мир, может быть, устроен так же, как головной мозг. Таким образом, идеальная модель мозга должна соответствовать модели мироздания.



В гипотезе Кэхилла мир представляет собой подобие бесконечной нейрональной сети

Сейчас мозг чаще всего представляют в виде нейрональной сети. Она состоит из множества «узелков» – нервных клеток. Между ними устанавливаются определенные отношения. Две клетки иногда помогают друг другу (коэффициент соотношения равен + 1), порой мешают друг другу (коэффициент равен —1), а порой могут не иметь ничего общего друг с другом (коэффициент равен нулю).

Нейрональная сеть разворачивается поэтапно. Динамику этого развития можно рассмотреть на примере головного мозга эмбриона. Нервные клетки размножаются; одни из них образуют комплексы, другие остаются в изоляции, третьи блокируют соседние клетки, то есть подавляют распространение нервных импульсов. Мозг становится все сложнее. Он напоминает космическое пространство, в котором периодически встречаются «комплексы галактик» – их скопления – или пространство атома, в котором тоже есть «сгустки», «комплексы»: элементарные частицы.

Это звучит привычно. Загадки впереди. Кэхилл не стал

определять основные элементы своей гипотетической сети. Он решил оставить их в «неявном виде». Эти элементы не должны появляться даже в формулах. А потому Кэхилл обратился к теории фракталов. Ведь их тоже нельзя свести к первоэлементу.

В последнее время ученые нередко отмечают, что распределение галактик в нашей Вселенной обладает свойствами фрактала. Так, на страницах журнала «Знание – сила» физик Владилен Барашенков писал: «Фракталы имеют склонность к повторению структуры на каждом новом этаже, поэтому, не получится ли так, что на некотором очень большом расстоянии плотность вещества Вселенной снова начнет возрастать, повторяя структуру атома… Но тут мы выходим далеко за рамки современной науки».

Итак, в гипотезе Кэхилла мир представляет собой подобие бесконечной нейрональной сети, чьи узелки невозможно определить, чьи узелки – это «неявные первоэлементы», или же «монады». Это название заставляет вспомнить учение Лейбница. В его теории монада – это психически активная субстанция, воспринимающая и отражающая других монад и весь мир. «Монада – зеркало Вселенной», – говорил Лейбниц. «Монада – бесконечно повторяющийся элемент Вселенной, с которого начинается любой ее фрактал», – уточнил бы Кэхилл.

Его монады в первые же моменты своего бытия сами превратились в сеть, чьи монады, в свою очередь, тоже превратились в разветвленные сети, чьи монады тоже превратились… – и так до бесконечности. Когда Кэхилл моделировал рождение подобной сети на компьютере, автоматически выявилось одно ее поразительное свойство. Количество узелков сети увеличивалось пропорционально квадрату расстояния. Чем не закон природы? Однако такое оказалось возможным лишь в трехмерном пространстве. Если во всех физических теориях трехмерность мироздания была его фундаментальным свойством, то у Кэхилла – лишь следствием существования Вселенной.

Не все фрактальные структуры заполняют пространство целиком, растягивая эту бесконечную сеть. Многие упорно замыкаются в себе, являются «искажениями», «дефектами» пространства. И именно эти ограниченные в своей целостности, «дефектные» фракталы образуют то, что мы называем «материей». Если сравнить фрактальную сеть с бескрайним океаном, то «дефекты» – это островки. Итак, материя, эта объективная реальность, данная нам в ощущениях, является искажением первозданного мира.

В компьютерных моделях между монадами возникали самые

разные отношения. Одни из них протягивали свои «руки», находили другие монады и образовывали сети, существовавшие длительное время. Другие сети не выдерживали конкуренции, быстро распадались или сливались с имеющимися сетями. Члены этих сообществ узнавали друг друга, обладали памятью и, если у кого-то дела шли плохо, сочувствовали ему. Они, словно, элементарные частицы – участницы «квантовой корреляции», – были связаны незримыми узами, на каком бы расстоянии друг от друга ни находились.

В принципе теория Кэхилла скорее напоминает дарвиновскую теорию эволюции, чем физическую модель. Его Вселенная рождается и развивается; монады в ней возникают и гибнут, вырастают и увядают. Законы их отношений – физические законы – тоже рождаются со временем и развиваются.

В формулах Кэхилла само собой появляется и «сознание». По его представлению, это не что иное, как элементы непредсказуемого в расчетах. Эти элементы не вписываются ни в какие математические формулы, не соответствуют никакой схеме. Они выбиваются из схем и формул. Австралийский ученый называет их «шумом».

…Все эти прозрения органически сливаются в теорию Кэхилла. В ней мироздание – эта бесконечная Вселенная – так же, как и наше сознание – наша личная Вселенная, – постепенно рождаются из ничего. Рождаются, потому что отдельные узелки – монады, нейроны – встречаются друг с другом, контактируют, проникаются симпатией друг к другу, образуют новые, все более сложные структуры. Их элементы связаны друг с другом, вопреки разъединяющим их внешне пространству и времени. Оставшиеся же в изоляции узелки (во вселенском масштабе – материальные объекты) со временем отмирают.

Картина, нарисованная Кэхиллом, близка религиозному видению. Каждой монаде как будто присуща бессмертная душа. Она поддерживает связь со всеми родственными ей душами, в какой части космоса те бы ни находились. Монады тянутся друг к другу, добрая – к доброму, злая – к злому. Из их симпатий рождается напряжение бескрайнего, биполярного мира. Из их отношений рождается сам вечно меняющийся Мир, в становлении которого – в становлении Будущего, в становлении этого бесконечного Поля сознания – равно участвуют атомы, звери, люди, звезды, скопления галактик.

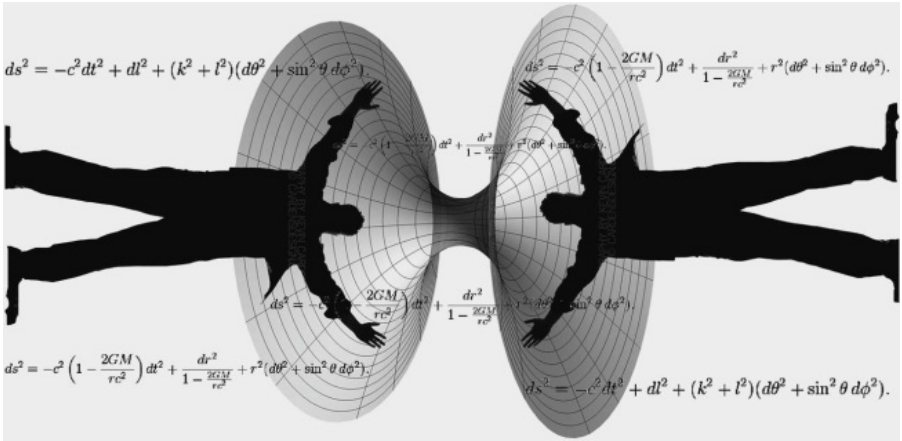
Другие времена, другие вселенные

Возможны ли путешествия во времени?

Машина времени! Удивительно, но в последние годы этот заветный призрак заставляет сильнее биться сердца ученых, хотя сама тема, признается Стивен Хокинг, относится к числу «политически некорректных». «Если ученый берется публично рассуждать о путешествиях во времени, он рискует вызвать возмущенную отповедь общественности. Как же?! Средства налогоплательщиков, выделяемые на серьезные исследования, беззастенчиво тратятся на какие-то пустяки!» Однако, по словам Хокинга, ученым не занимать не только гениальной прозорливости, но и обычной бытовой сметки. «Нам приходится утолять свой интерес к подобной теме, скрывая его под ничего не говорящими публике научными названиями, которые, на самом деле, подразумевают, что речь идет о путешествиях во времени».

В самом деле, вот уже четверть века, с конца 1980-х годов, ученые всерьез занимаются самой возможностью путешествий в прошлое или будущее, так сказать, «контрабандой» переправляя эту тему на страницы авторитетных научных журналов под нейтральной вывеской «замкнутые кривые времени».

Так, в 1988 году Кип Торн, Майкл Моррис и Ульви Юртсивер из Калифорнийского технологического института показали, что так называемые «червоточины» – особые туннели, ведущие из одной области Вселенной в другую, отдаленную ее часть, – можно использовать для путешествий во времени. Для этого космический корабль должен пролететь сквозь две «червоточины», которые с огромной скоростью движутся друг относительно друга. Позднее было установлено, что собственное прошлое можно отыскать, даже миновав всего одну-единственную «червоточину», один конец которой стремительно движется относительно другого.



Перемещаясь по «червоточинам», можно переноситься в прошлое или будущее, а также молниеносно перелетать с одного конца Вселенной на другой

В 1991 году американский астрофизик Джон Ричард Готт описал, как путешествовать во времени с помощью космических струн. Подобные «нити» диаметром порядка 10—29 сантиметров могли образоваться вскоре после Большого взрыва. Заполнены они ложным вакуумом, оставшимся со времен сотворения Вселенной, а потому отрезок нити длиной 1 метр весит 100 квадрильонов тонн. Когда две бесконечно длинные струны почти со световой скоростью проносятся друг рядом с другом, они настолько искажают пространство-время вокруг себя, что космический корабль, огибающий их, переносится в свое собственное прошлое или будущее. Впрочем, машину времени можно соорудить даже из одной космической струны, сплетя ее в прямоугольную петлю. Размеры такого прямоугольника: 54 тысячи световых лет × 0,01 светового года. Огибая эту конструкцию, космический корабль попадает в прошлое. Правда, чтобы перенестись всего на год назад, масса «петли», уводящей в прошлое, должна составлять не менее половины массы всего Млечного Пути.

Почин же энтузиастам, сам того не желая, подал Эйнштейн. В его теории относительности время вело себя вопреки нашим бытовым представлениям: оно то замедляло свой бег, то мчалось, как оглашенное, а дирижировал его «адажио» и «аллегро» космонавт, уносившийся вдаль почти со скоростью света. А ведь известное – и проверенное временем – правило гласит, что произойти может все, что не запрещено законами природы. Поэтому многим ученым стало не по себе, когда обнаружилось, что, по принципиальным соображениям, теория относительности отнюдь не исключает появление машины времени.

С тех пор физики раздумывают над тем, как можно

использовать формулы Эйнштейна для построения подобной машины. Выдвигаются все новые идеи.

В 2003 году британский физик Уильям Боннор выводит уравнения, описывающие, каким образом электрические и магнитные феномены общей теории относительности могут способствовать появлению так называемых «петель времени», ведущих из настоящего в прошлое и влияющих на настоящее.

В 2005 году Амос Ори из Израильского технологического института (Хайфа) показал, что машиной времени может стать сферическая оболочка, вращающаяся вокруг вакуумного кольца. Материал для такой сферы – самое обычное вещество. Возможно, подобные «машины времени» даже существуют в природе – в окрестности черных дыр, вокруг которых с бешеной скоростью вращаются гигантские массы материи.

Впрочем, пока лишь один концепт выдержал критику оппонентов. Речь идет о тех самых «червоточинах» – особых туннелях, ведущих из одной дали пространства в другую, из одной эпохи в другую.

Общая теория относительности позволяет нам однозначно описать подобную «червоточину». Как только один ее конец придет в движение, часы, висящие здесь, замедлят свой бег. По крайней мере, так будет казаться со стороны. Это явление называется релятивистским расширением времени. «Чем быстрее одна система отсчета движется относительно другой, – писал Эйнштейн, – тем сильнее время в ней замедляет свой ход». Перемещаясь по «червоточинам», можно переноситься в прошлое или будущее, а также молниеносно перелетать с одного конца Вселенной на другой. «Цивилизация, достигшая бесконечно высокого уровня развития, могла бы превратить подобную “червоточину” в настоящую машину времени», – полагает Кип Торн.

Вот пример: путешествуя по галактике, космонавт наткнулся на небольшую «червоточину». На входе в нее он оставляет своего напарника (для вящего эффекта скажем, что это его брат-близнец). Теперь, взяв на буксир другой конец «червоточины», он унесется прочь почти со световой скоростью. Через некоторое время он остановится и повернет назад, туда, где его брат ожидает окончания эксперимента. И тут выяснится, что пока наш герой «маневрировал» в космосе (это заняло совсем немного времени!), его брат изнемог от ожидания. Для него прошло, быть может, несколько десятилетий! Наш же герой ничуть даже не состарился.

Подобный мысленный эксперимент основан на «парадоксе близнецов», придуманном Эйнштейном. Согласно ему, если один

из братьев остается на Земле, а другой, сев в космический корабль, уносится с огромной скоростью прочь, то для него время идет медленнее, чем для того, кто остался ждать. Благодаря «червоточине» этот парадокс к общей радости разрешается. Состарившемуся братцу достаточно потерпеть, пока его единокровный родственник не примчится назад и не привезет с собой другой конец «червоточины». Теперь, стоит юркнуть туда, можно попасть в свое прошлое. Миновав этот туннель, обретаешь давно исчезнувший мир и самого себя, только молодого, каким ты был в ту пору, когда брат пустился в путешествие.

Есть лишь одно ограничение. Отправляясь в прошлое подобным образом, можно добраться лишь до того момента, когда эту «червоточину» впервые использовали как машину времени. Проникнуть куда-нибудь дальше и стать очевидцем «времен очаковских и покоренья Крыма» или побывать в Древнем Египте – нельзя. Зато в другую сторону дорога открыта, и можно катапультироваться в будущее.

Именно релятивистский эффект позволил бы нам заглянуть в Москву даже не 2042, а 3042. Следует, например, отправиться в путь к звезде, расположенной в 500 световых годах от Земли, а затем вернуться назад. Главное, чтобы полет туда и обратно проходил со скоростью, равной примерно 99,995 % скорости света. «Когда вы вернетесь, на Земле пройдет 1000 лет, в то время как вы станете лишь на десять лет старше», – говорит один из самых известных конструкторов машин времени Джон Ричард Готт. Правда, от его теоретических озарений до практических экспериментов дистанция непомерно велика и, может быть, тоже исчисляется тысячелетиями, иронизируют оппоненты.

Машина времени курта Гёделя

В последнее время австрийский математик Курт Гёдель стал по-настоящему культовой фигурой на Западе. Чем он обязан этим всплеском популярности? Прежде всего, своими прозрениями в области космологии. Более полувека назад он вывел формулу, которая сулила нам то, о чем мы и не помышляли мечтать.

…В 1949 году, готовясь отметить семидесятилетие своего друга Эйнштейна, Гёдель задумал сделать ему особый подарок (после 1940 года оба ученых жили в США по соседству). Отталкиваясь от эйнштейновских уравнений общей теории относительности, Гёдель вывел формулу, которая представляет собой самое полное решение этих сложных уравнений. Он надеялся порадовать друга математическим кунштюком, но тот, просмотрев написанное, весел не стал. Эйнштейн был обескуражен подарком и постарался его забыть. Что же рассердило юбиляра?

Австрийский математик Курт Гёдель

Во Вселенной, воздвигнутой Гёделем на фундаменте эйнштейновских уравнений, стали возможны… путешествия во времени.

Еще до этого было известно, что решения эйнштейновских уравнений во многом зависят от выбора координатной системы. Анализируя их, обычно используют сферические координаты. В таком случае эти решения удовлетворяют требованиям шаровой симметрии, что вполне разумно, – ведь и Вселенная, и составляющие ее «частицы», то бишь звезды, планеты, атомы, имеют форму шара. Подобным доводам нельзя отказать в своей красоте.

Вселенная Гёделя предстала нежданно другой – худющей, долговязой, как сам математик, напоминавший средневекового мистика и аскета. Она приняла форму цилиндра, а потому Гёдель

прибег к помощи цилиндрических координат, описывая мироздание.

Его Вселенная вообще мало походила на прежние представления о ней. Так, Гёдель предположил, что вращаются не только все объекты в ней – эти звезды, планеты, атомы, – но и сама Вселенная. Она словно Океан, внезапно пришедший в движение. И ее вещество, и энергия в этом непрестанном коловращении бурлят, вздымаются, взвихряются. Вселенная живет – словно единый организм, ворочающийся с бока на бок, словно животное, весь свой век, свою вечность не ведающее покоя.

Что же получается? Поведение всех элементов мироздания в теории Эйнштейна – в нашем пространстве-времени – описывается четырехмерными линиями, своего рода «долготой-широтой» любых физических тел, пребывающих одновременно и в пространстве, и во времени. По Гёделю, из-за вращения Вселенной эти четырехмерные линии – «мировые линии» – искривляются так сильно, что свиваются в петлю. Если предположить, что мы попробуем совершить путешествие вдоль подобной замкнутой линии, то в конце концов встретим… самих себя, вернувшись в свое прошлое. Это – не фантастика, это – точный математический расчет. Путешествия в даль минувших времен возможны вдоль этих линий – «замкнутых кривых времени», как их принято называть.

Эти кривые – словно мосты, проложенные над бурными водами времени. Легко ли было бы пересечь бурные воды реки, если бы не мост, возведенный над ней? Так и из вод времени есть единственный выход, одна возможность их миновать – эта линия, этот «мост», свернувшийся в прошлое.

Тысячи дорог ведут нас из нашего сегодня в день завтрашний, тысячи возможностей, готовых осуществиться, – и лишь одна дорога назад. Как ее найти? Гёдель, как Бог, возвещает действительное: «Если мы, отправляясь в путь на космическом корабле, совершим полет по кругу, описав кривую достаточно большого радиуса, то мы можем вернуться в любой уголок прошлого».

Но что значит «достаточно большого радиуса»? Исходя из известных тогда параметров Вселенной, Гёдель рассчитал скорость ее вращения. По его космической математике, Вселенная совершала один оборот за 70 миллионов лет. Длина же той траектории, проскользнув вдоль которой, можно переменить «полюса времени» и обрести Будущее в Прошлом, составляла 100 миллиардов световых лет. И хоть число это – в силу его непомерности – ничего, кроме улыбки, у читателя не вызовет, оно

имеет вполне определенную величину, оно не бесконечно велико. Для вечности же все эти миллиарды и миллионы, что для нас – мерное дыхание секунд: частый такт, отбивающий ход времен, смену времен. И вот уже Прошлое в паре с Будущим, словно на паркете дансинга, переступают, меняются местами, непрерывно меняются местами. Как с этим поспоришь? Ведь математические истины – все эти «дважды два», «пять плюс пять», «скорость вращения», «сто миллиардов» – не формальная уловка, они существуют в действительности, полагал реалист, взращенный мистической Веной.

Гёдель даже напутствовал капитанов грядущих космолетов, написав, что корабль должен двигаться по этой замкнутой кривой со скоростью, составляющей не менее 70 процентов скорости света. Написал, а затем отмахнулся от навязчивого наваждения этой математической идеи, что как колечко дыма кружится в воздухе, вытягиваясь причудливым мостом. Нет, это решительно лежит «за пределами любых практических возможностей». Так подытожил свое открытие Гёдель.

«За пределами возможностей»? Но не может ли так быть, чтобы Гёдель заблуждался в значении своего открытия, ведь сам он был, в общем-то, человеком непрактичным, не умевшим вплести кружева своей мысли в паутину повседневной жизни?

Получив непрошеный подарок от Гёделя, Эйнштейн больше всего мечтал, чтобы эти формулы, утверждающие немыслимое, недопустимое, растаяли как колечко дыма. «Было бы интересно поразмышлять, – писал он, – нельзя ли по физическим соображениям исключить саму возможность путешествий во времени».

И тут непременно надо бы сделать шаг навстречу Эйнштейну. Загадочная картина, начертанная Гёделем, справедлива лишь в том случае, если Вселенная вращается. Окончательных доказательств тому нет. Космологи вслед за Эйнштейном долго игнорировали гипотезу Гёделя. Сам он до последних лет жизни искал ее доказательство, но в его письменном столе были найдены лишь фотографии звездного неба с различными линиями, метками – ничего убедительного здесь не удалось вычитать.

Впрочем, «недоказанное» – не синоним «неверного», «несуществующего». Все написанное Гёделем привлекает все больший интерес и специалистов, и широкой публики. Авторитетный журнал «General Relativity and Gravitation» опубликовал в 2004 году статью, посвященную поиску доказательств вращения Вселенной. На научной конференции, проведенной летом 2005 года в Институте Эйнштейна в

Потсдаме, прозвучало сразу несколько докладов, посвященных Гёделю. Говорилось и о том, как доказать вращение Вселенной, а значит – открыть путь в Прошлое. Пусть этот путь растянется на 70 миллиардов световых лет, но для вечности все это – торопливый такт времени. Времени, летящего вспять, из Будущего в Прошлое.

А из вечности, где уместились любые мгновения прошлого, быть может, следит за лихорадочным поиском доказательств великий математик и визионер Курт Гёдель. Сказал же он – и эта его фраза уж точно лежит пока «за пределами любых практических возможностей в современной науке», – что мы, безусловно, обречены каким-то образом жить и после смерти, дабы накопленные нами знания и наши таланты реализовались, то бишь асимптотически приблизились к заложенному в нас уровню, пусть и приближение это произойдет в другой «координатной четверти», где вычерчена наша линия судьбы, – в «координатной четверти» не жизни, а смерти. А в той «четверти» все миллиарды и миллионы лет, поистине, дело пустячное.

«Петля времени» Джона Ричарда Готта

Многим памятны два популярных фильма конца 1980-х – начала 1990-х годов: советский фильм «Зеркало для героя» режиссера Владимира Хотиненко и американский «День сурка», где главной сюжетной линией была «петля времени», – герои со своими всякий раз особенными мыслями и чувствами каждое утро попадали в один и тот же прожитый вчера день, где никто, кроме них, не замечал, что они не живут, а обречены существовать целую вечность в одних и тех же театральных декорациях жизни. Они в чем-то счастливы, ведь они почти бессмертны, но только всякий раз – после «ночи смерти» – они обязаны сыграть ту же роль, что и всегда. Мы бессмертны, но обречены бессчетное число раз прожить одну и ту же жизнь в одних и тех же обстоятельствах, потому что наша Вселенная – это одна огромная «петля времени», вторят сценаристам, придумавшим эти фантастичные сюжеты, и авторитетные космологи.

Американский физик Джон Ричард Готт и его модель Вселенной

Например, профессор астрофизики Джон Ричард Готт III из Принстонского университета. Или его коллега Ли Синьли. На основе теории Эйнштейна они изобрели изощренную модель существования нашей Вселенной, которая, с одной стороны, позволит не ломать голову над тем, как же целый мир родился из некой сингулярной точки, а с другой стороны – снимает вопрос о вечности времени.

С середины 1990-х годов Джон Ричард Готт занимался проблемой происхождения Вселенной. Его не удовлетворили квантово-космологические модели Стивена Хокинга и Александра Виленкина – модели происхождения Вселенной из Ничто. «Откуда, например, это Ничто знает о законах природы? В конце концов, любая физическая модель, коренящаяся в этом Ничто, восходит к какому-то квантовому состоянию, которое подчиняется законам природы, а их-то уж и не назовешь “Ничто”. Быть может, проблема происхождения Вселенной из Ничто, по сути своей, просто ошибочна. Что если Вселенная возникла из

какого-то Нечто, и этим Нечто была она сама? Как такое, спрашиваете, может случиться? Благодаря временной петле!»

От этого ответа, правда, легче не становится. Вселенная создала сама себя посредством петли времени. Иными словами: наше мироздание вынуждено вновь и вновь возвращаться в свое собственное прошлое. Оно крутится во времени, как белка в колесе. Можно сказать, иронизировал Готт, что Вселенная «в некоторой степени сама себе мать».

Конечно, эта идея звучит фантастически, но, как напоминает ее автор, «научная фантастика часто подсказывает темы очень интересных научных исследований». И тогда как путешествия во времени кажутся чем-то нереальным, «ученые хотят знать, возможны ли такие путешествия, хотят понять, как законы природы функционируют в самых экстремальных условиях». В своей научно-популярной книге «Путешествия во времени по Вселенной Эйнштейна» Готт не только занимался теоретическими вопросами физики, но и уделял внимание научной фантастике, тем идеям, которые рождены писателями и которыми заинтересовались ученые. Нам еще предстоит понять и открыть многое, о чем мы пока лишь смутно догадываемся.

В любом случае, в физике могут прижиться только те идеи, что будут изложены в строгом соответствии с духом этой науки, на языке математических дефиниций. Так можно ли описать «временную петлю», прибегнув не к литературным образам, а к буквенно-цифровой символике?

На помощь Готту неожиданно пришел молодой китайский физик Ли Синьли, которого он затем и пригласил в Принстон. Для начала они занялись проблемой существования Вселенных с замкнутыми временными линиями. Впервые подобную модель Вселенной предложил Курт Гёдель.

«В этой модели пространства-времени вы можете сами с собой сыграть в футбол. Точно-точно, вы можете играть за обе команды на всех позициях и, кроме того, занять на трибунах все зрительские места, – иронизирует Готт. – Однако имеются и космологические модели, которые не порождают подобных парадоксов».

Итогом их совместной работы явилась статья под названием «Может ли Вселенная сама себя сотворить?», напечатанная на страницах такого авторитетного журнала, как «Physical Review». Она содержит 155 уравнений и 147 ссылок на другие публикации, но основная идея ее проста: «Геометрия Вселенной такова, что позволяет ей вернуться в прошлое и сотворить саму себя». Пространство-время в этом сценарии свертываются, что роднит его с теорией струны.

«В нашей модели нет начального момента существования Вселенной. Каждому событию в ее далеком прошлом предшествовали какие-то другие события, – подчеркивает Готт. – В общей теории относительности описываются модели мироздания с подобной искривленной геометрией, где Вселенная имеет свое начало, но не имеет начального момента существования». Такую Вселенную можно представить себе в виде дерева, ветка которого ткнулась в землю и срослась с корнем, словно бы дав начало стволу. В космологии, впрочем, придется обходиться без этих «словно бы», перефразируя эту метафору так: ветвь ствола пространства-времени изогнулась в виде петли и стала корнем этого ствола. «Это – модель, в которой Вселенная – сама себе мать. Это – модель, которая начинается с петли времени, – говорит Готт. – Машина времени может функционировать лишь в начале этой Вселенной, а потом перестает работать».

В своей статье Готт и Ли пишут: «Задаться вопросом, какой момент времени был самым первым, все равно, что спросить, какая точка на земном шаре является самой восточной. Можно двигаться все дальше и дальше на восток, объехать всю Землю – но самую восточную точку так и не найти».

Модель подобной Вселенной – «Вселенной, сотворившей саму себя» – делает Бога, высшее существо, творящее миры из ничего, уж вовсе лишней фигурой в этих космологических построениях. А потому у Готта нет недостатка в ортодоксальных критиках. Сам он, впрочем, всегда старался держаться подальше от богословских споров.

«Ли Синьли и я никогда не говорили о теологии. Мы никогда не имели в виду какие-либо теологические вопросы. Я бы поостерегся делать богословские выводы из нашей модели. Результаты говорят сами за себя. Как человек религиозный, я бы не стал категорично утверждать, что концепция Вселенной, порождающей саму себя, во всем пришлась мне по душе – но не обязательно же Вселенная должна всем прийтись по душе, – рассуждал он. – Сам я верую в Бога и потому всегда думаю о том, что надо смиренно относиться ко всему».

Для него самого эта модель является «общей парадигмой», которую можно было бы дополнить любой инфляционной моделью дочерних Вселенных. Он полагает даже, что высокоразвитые цивилизации могли бы создать у себя в лаборатории подобную петлю времени. Кроме того, может существовать множество отдельных Вселенных, абсолютно изолированных от нашей и возникших благодаря своей особой петле времени..

Подобная модель располагается посредине между двумя крайностями – Вселенной, рожденной в результате уникального события, например, Большого взрыва, и Вселенной, существующей вечно. Это – «третий путь» творения миров, что делает такую модель весьма привлекательной, ведь временная петля, как полагают и другие исследователи, например, Педро Гонсалес-Диас из Кембриджского университета, является очень стабильным образованием. Экзотичность этого сценария, впрочем, вооружает скептиков, но никому пока не удалось доказать, что сия странная теория несостоятельна. Так, значит, законы природы не препятствуют тому, чтобы Вселенная сама себя родила? Так ли это?

Мир параллельных Вселенных

Все чаще в теоретических работах космологов наша Вселенная, как в зеркалах, отражается в бессчетном рое себе подобных. Миры параллельных миров множатся до бесконечности. Миры наших двойников, которые в других существованиях поддаются всем тем соблазнам, от которых мы отказались, – и наоборот. Миры, во всем не похожие на наш: с совершенно иными законами природы и физическими константами, со временем, текущем в другом направлении, с частицами, мчащимися со сверхсветовой скоростью.

«Идея параллельных Вселенных казалась ученым очень подозрительной – своего рода прибежищем эзотериков, фантазеров и шарлатанов. Любой физик, вздумавший рассуждать о параллельных Вселенных, становился объектом насмешек в глазах коллег и рисковал своей карьерой, ведь даже и теперь нет ни малейшего экспериментального подтверждения их правоты. Однако постепенно отношение к этой проблеме резко изменилось, и лучшие умы настойчиво пытаются решить ее», – отмечает профессор Нью-Йоркского университета Митио Каку, автор книги «Параллельные Вселенные».

Большие взрывы могли происходить бессчетное число раз, неизменно порождая очередную чужую Вселенную

Совокупность Вселенных уже получила свое название: Мультивселенная, Мультиверс. Ей все чаще посвящают серьезные научные книги. Автор одной из них, «Вселенная по соседству», британский астрофизик Маркус Чаун пишет: «Наша Вселенная – не одна-единственная Вселенная, а всего лишь одна в бесконечной череде других, бурлящих в реке времени, подобно пузырькам пены. Там, за самыми дальними границами мироздания, видимыми в телескоп, существуют Вселенные, готовые соответствовать всем мыслимым математическим формулам».

Макс Тегмарк, автор исследования «Параллельные Вселенные», констатирует: «Природа самыми разными способами подсказывает нам, что наша Вселенная – всего лишь одна среди громадного числа других Вселенных… В данный момент мы еще не в состоянии увидеть, как эти части складываются в одну гигантскую картину… Конечно, многие простые люди находят подобное представление сумасбродным, и так же считают многие

ученые. Но это – эмоциональная реакция. Людям просто не нравится весь этот хлам безжизненных мироздaний».

В стороне от этого наваждения не остались и самые авторитетные физики современности. Так, профессор Кембриджского университета Мартин Рис, королевский астроном Великобритании, убежден: «То, что мы привыкли называть “Универсумом”, на самом деле может быть лишь одним-единственным звеном в целом ансамбле. Вполне допустимо существование бессчетных других Вселенных, где законы природы выглядят совсем иначе. Вселенная, в которой мы возникли, входит в необычное подмножество, где допустимо зарождение сознания».

Подобные идеи вписываются в современные представления физиков и астрономов. Так, наша Вселенная родилась 13,7 миллиардов лет назад в результате Большого взрыва. Ничто не говорит о том, что это было уникальное, единичное событие. Такого рода взрывы могли происходить бессчетное число раз, неизменно порождая очередную чужую Вселенную. Они, словно кусочки паззла, составляют одну картину «Мира-в-Целом» – Мультиверса.

Эта идея чревата странными выводами. «Нас преследует одна и та же навязчивая картина, – иронизировал американский физик Фрэнк Вильчек, – мы видим бесконечное множество наших собственных копий, которые почти не отличаются друг от друга и которые ведут свою параллельную жизнь. И с каждым мгновением появляется все больше наших двойников, которые проживают самые разные варианты нашего собственного будущего».

Вообще говоря, подобные картины восходят к идее американского физика Хью Эверетта, изложенной более полувека назад, в 1957 году. Он интерпретировал квантовую теорию следующим образом: он предположил, что всякий раз, как только предстоит сделать выбор между несколькими возможными состояниями, наша Вселенная расщепляется на несколько параллельных Вселенных, очень похожих друг на друга. Таким образом, есть Вселенная, в которой сегодня вечером я встречусь с Ольгой. Есть Вселенная, где встреча не состоится. И впредь каждая из них будет развиваться по-своему. Так что моя приватная жизнь – и впрямь лишь частный случай великого множества судеб, которые предстоит прожить summa summarum мне и всем моим двойникам.

Одновременно идея Эверетта – еще и блестящий способ разрешить неизбежные парадоксы, которые возникают, когда мы рассуждаем о «машине времени». Что если ее изобретатель, отправившись в прошлое, вдруг впадет в дикую тоску и решит

наложить на себя руки? Он умрет в далекой юности; он не придумает машину, летящую сквозь даль времен; он не вернется в свою юность; он не убьет себя; он будет жить долго, занимаясь техническим творчеством; он изобретет машину времени; он вернется в прошлое, убьет себя; он умрет в далекой юности… По этой логической цепочке скользишь, как по листу Мёбиуса, не понимая, где перешел с лицевой стороны на оборотную.

В 1991 году узел этого парадокса разрубил Дэвид Дойч из Оксфордского университета. В прошлое можно впрямь путешествовать – и даже с пистолетом в руках, – но всякий раз, когда мы отправляемся в прошлое, мы попадаем не в нашу Вселенную, где никаких гостей из будущего пока видеть не видели и слышать не слышали, а в альтернативную Вселенную, которая рождается, как только машина времени приземлится. В нашем мире каркас причинно-следственных связей незыблем. Это в тех чужих Вселенных стреляются, решаются, лишаются, стоят на голове и ходят задом наперед; это там живут взаймы советами внуков и ставят в тупик дедов; это там со слов «вспять» и «вопреки» начинается любой банальный рассказ. «Объект совершает путешествие из определенного времени, текущего в некоем мире, и попадает в другое время и другой мир. Однако ни один объект не может перенестись в прошлую эпоху того же самого мира», – так можно сформулировать этот опыт путешествия во времени, который трансформировался в путешествие в параллельное пространство. Афоризм Мориса Метерлинка «Если нынче Иуда пустится в путь, этот путь его приведет к Иуде» не выдержал испытания космологическими воззрениями. Человек, пустившийся в прошлое, чтобы встретить себя, находит лишь своего двойника в чужом прошлом.

Странно? «Интерпретация Эверетта – это неизбежный вывод, который следует сделать, если рассматривать квантовую теорию как универсальное учение, применимое всегда и везде», – с подобным рассуждением согласятся многие физики. А другие уже занимаются картографированием мироздания, способного вместить не одну, а невесть сколько Вселенных.

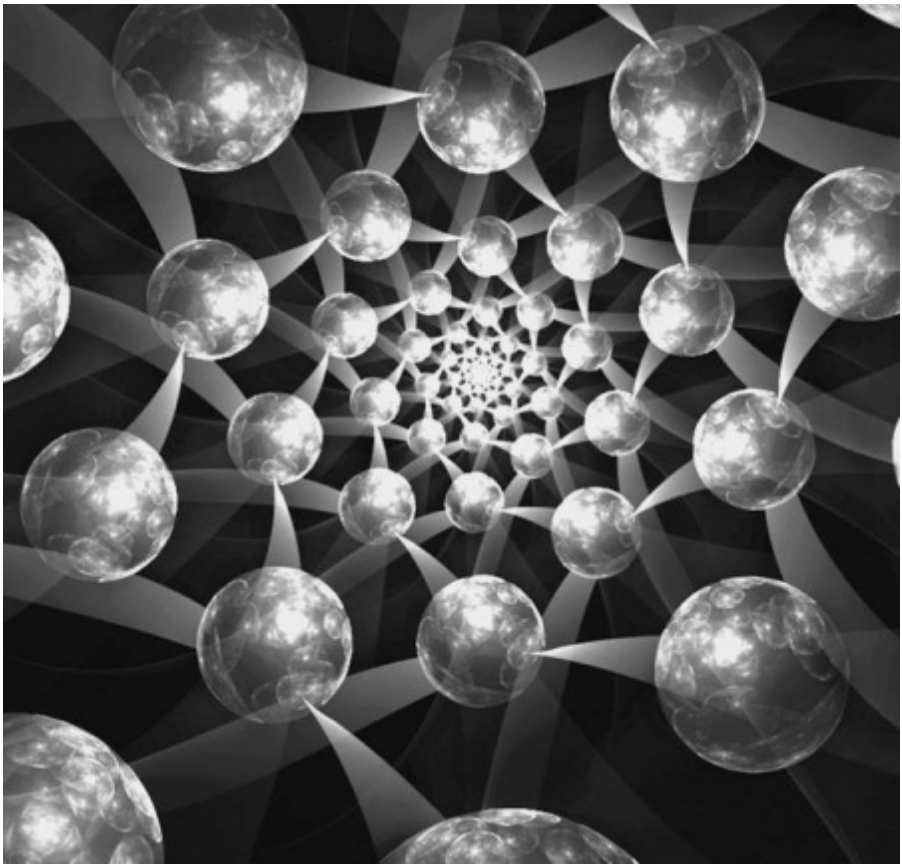
Так, по расчетам Макса Тегмарка, мой ближайший двойник находится от меня на расстоянии, равном десяти в степени десять в двадцать девятой степени (101029) метров. Ближайший мир, населенный двойниками землян, – шар радиусом сто световых лет, – располагается на расстоянии десять в степени десять в девяносто первой степени (101091) метров, ну а полную копию нашей Вселенной можно найти на расстоянии десять в степени десять в сто пятнадцатой степени метров (1010115). Хотите, верьте – хотите, поехали…

В подобных расчетах мы, уникальные и неповторимые люди, множимся, как копии фильмов на DVD-дисках, разобранных по разным квартирам. И если в эту минуту диск номер 3234 пылится в коробке, то диск номер 3235 кто-нибудь как раз ставит в проигрыватель, а диск номер 3236 кто-то вынимает, чтобы положить точно в такую же коробку, а диск номер… В общем, с ними происходит все, что только может произойти.

Можно ли побывать в параллельной Вселенной?

Когда ученые говорят о других Вселенных, они чаще всего говорят о разных предметах: об отдаленных областях мироздания, между которыми пролегли «сверхсветовые» – инфляционные – пропасти, о череде миров, что еще отпочкуются от нашей Вселенной, о гранях N-мерного мироздания, одну из которых образует знакомый нам космос.

По одним сценариям, плотность энергии вакуума может порой спонтанно меняться так, что это приводит к рождению «дочерней Вселенной». Подобные Вселенные разлетаются по Мультиверсу, как мыльные пузыри, выдутые ребенком. По другим сценариям, новые Вселенные рождаются в недрах черных дыр. Кто-то полагает, что процесс инфляции прекратился лишь в отдельных областях Вселенной, – например, в видимой нами части мироздания. Эти области – вселенские островки – разделены участками космоса, которые все еще переживают инфляционное расширение, то есть улетают от нас быстрее, чем мчатся лучи света.



Параллельные Вселенные разлетаются по Мультиверсу, как мыльные пузыри

От этих мироздaний никуда не деться – как от песчинок под ногами. Одни рождаются из квантовых флуктуаций. Другие – из квантового вакуума. Третьи – благодаря петле времени – сами порождают себя. Четвертые… Что ни теория в современной физике, то прямо-таки прикладное орудие престидижитатора, готового одним движением руки, демонстрируя верный научный фокус, вытащить «за ушки» из формул новую, боязливо трепещущую Вселенную.

Критики же считают спекулятивной саму гипотезу Мультивселенной. Ее нельзя по-настоящему ни обосновать, ни доказать. Другие Вселенные недоступны для наблюдения; мы не можем их увидеть воочию, как не видим день вчерашний или завтрашний. Так можно ли, опираясь на известные нам физические законы или факты, описать то, что лежит за горизонтом мироздания? Было бы самонадеянно утверждать, что «луны нет, пока ее никто не видит», – что других миров нет, раз их не увидать. Стоит ли отвергать эту «умозрительную фантазию», если любая попытка описать то, что лежит за

пределами нашего мира, по-своему фантастична? Нам приходится иметь дело лишь с теоретическим основанием, на котором не возвести ничего, имеющего практическую ценность. Что же до экстравагантности, то квантовая теория, на взгляд стороннего наблюдателя, не менее фантастична, чем разговор о нескончаемом множестве миров.

Постепенно в физике утвердился принцип: «Все, что не запрещено, неизбежно сбудется». В таком случае право следующего хода передается оппонентам. Это им надлежит доказывать невозможность той или иной гипотезы, а дело энтузиастов – их предлагать. Так что доля критиков – убеждать, что ни одна из 101500 (и даже больше!) Вселенных не имеет права на существование ни на одном парсеке n-мерности. И если бы они справились с доказательством, это было бы весьма странно. «Если бы существовала всего одна наша Вселенная, – пишет британский космолог Деннис Уильям Скьяма, – то трудно было бы объяснить, почему нет места множеству других Вселенных, в то время как одна эта все же имеется в наличии».

С воцарением идеи «множественности Вселенных» коперниковская революция, начавшаяся пять веков назад, подходит к своему логическому завершению. «Сперва люди верили, что Земля находится в центре Вселенной, – пишет Александр Виленкин. – Потом стало ясно, что Земля занимает примерно то же самое место, что и другие планеты. Трудно было смириться с тем, что мы не уникальны».

Вначале Земля была изгнана из центра мироздания, затем наша Галактика оказалась одним из небольших островков в космосе, а теперь и космос размножился, как песчинка в бесконечной анфиладе зеркал. Горизонты мироздания расширились – во все стороны, во все измерения! Бесконечность стала естественной реальностью в физике, непреложным свойством мира.

Итак, где-то вдали скрываются другие Вселенные. Но можно ли добраться до них? Пожалуй, в научной фантастике пришла пора сменить «машины времени», которые уже успели вдоволь полетать по мирам Прошлого и Будущего, на «машины пространства», которые помчатся сквозь наши звездные миры в неведомую даль запредельной геометрии. А что думают об этом ученые?

В 2005 году Американский институт аэронавтики и астронавтики удостоил награды в категории «полет будущего» австрийского физика Вальтера Дрёшера и его немецкого коллегу Иоахима Хойзера. Если предложенные ими идеи верны, то до Луны можно добраться за несколько минут, до Марса – за два с

половиной часа, ну а 80 дней хватит не только чтобы обогнуть нашу планету, но и перенестись к звезде, лежащей в десятке световых лет от нас. Подобного рода предложения просто не могут не появляться – иначе космонавтика зайдет в тупик. Другого выбора нет: либо мы полетим когда-нибудь к звездам, либо космические плавания – дело совершенно бессмысленное, как попытка обойти земной шар, прыгая на одной ноге.

На чем же основана идея Дрёшера и Хойзера? Полвека назад немецкий ученый Буркхард Хайм попробовал примирить две важнейшие теории современной физики: квантовую механику и общую теорию относительности.

В свое время Эйнштейн показал, что пространство в окрестностях планет или звезд сильно искривлено, а время течет медленнее, чем вдали от них. Это трудно проверить, но легко пояснить с помощью метафоры. Пространство можно уподобить туго натянутому полотнищу из резины, а небесные тела – это россыпь металлических шариков, монотонно кружащих по нему. Чем массивнее шарик, тем глубже впадина под ним. Гравитация, говорил Эйнштейн, это пространственная геометрия, видимое искажение пространства-времени.

Хайм довел его идею до логического завершения, предположив, что и другие фундаментальные взаимодействия тоже порождены особенностями пространства, в котором мы живем, – а живем мы, согласно Хайму, в шестимерном пространстве (включая время).

Его последователи, Дрёшер и Хойзер, довели число размерностей нашего мироздания до восьми и даже описали, как можно проникнуть за грань привычных для нас измерений (вот он, «полет будущего»!).

Их модель «машины пространства» такова: вращающееся кольцо и мощнейшее магнитное поле определенной конфигурации. По мере того как скорость вращения кольца нарастает, расположенный здесь звездолет словно бы растворяется в воздухе, становится невидим (те, кто смотрел фильм «Контакт» по роману Карла Сагана, хорошо помнят сцену, когда сферический корабль, бешено вращаясь на месте, исчезал за завесой тумана – переносился в «туннель-червоточину»). Вот и звездолет Дрёшера и Хойзера тоже ускользал в другое измерение, где, по гипотезе ученых, физические константы, в том числе скорость света, могут принимать совсем иное значение, – например, гораздо большее. Промчавшись по чужому измерению – по «параллельной Вселенной» – со сверхсветовой (по-нашему) скоростью, корабль мигом объявлялся у цели, будь то Луна, Марс или звезда.

Авторы работы честно пишут, что «этот проект содержит недостатки» и «математически небезупречен», в частности, не совсем понятно, как корабль проникает в параллельную Вселенную и тем более выбирается из нее. Современная техника на это не способна. И вообще, предложенную теорию, сказано в комментарии журнала «New Scientist», трудно увязать с современной физикой, однако она, быть может, является весьма перспективным направлением.

Что если наши единомышленники в одном из параллельных миров думают так же и, может, даже стараются проникнуть к нам? Кто там слева по курсу «восьмое измерение – зюйд-зюйд-вест»? Кто же это, в небе плывущий?

Параллельные вселенные Стивена Хокинга

Согласно опросу, проведенному «Би-Би-Си», самым знаменитым из ныне живущих ученых является британский астрофизик Стивен Хокинг. Книги, написанные им, давно стали бестселлерами. Лейтмотивом одной из них – «Вселенная в ореховой скорлупе» – служит фраза: «Имеется бесконечное множество Вселенных, являющихся двойниками нашей Вселенной». Почему Хокинг увлекся этой идеей? Что побудило его приравнивать действительность к фантастике и фэнтэзи?

С давних времен люди пытаются вывести единую формулу мироздания. Сейчас особое внимание ученых привлечено к моменту Большого взрыва. Именно тогда, в этой «сингулярности» времени и пространства, вся масса мироздания была сосредоточена в одной-единственной точке, разделившей Небытие и Бытие всего того, что мы называем «нашей Вселенной». Этот момент объясняет ее дальнейшую эволюцию.

Тогда вся безмерная энергия, скопившаяся в сингулярной точке, пролилась каплями элементарных частиц и молниями четырех фундаментальных сил (взаимодействий), определяющих судьбу всей материи. С этими четырьмя силами ученые намаялись похлеще, чем какой-нибудь транспортный руководитель намучится с лебедем, раком и щукой или конем и трепетной ланью. Всемирная формула должна описывать все процессы мироздания, а значит, она соединит все действующие в нем силы. Однако унификация не вполне удалась.

Английский физик Стивен Хокинг

До сих пор ученые сумели соединить лишь три взаимодействия: электромагнитную силу (она связывает электроны с атомными ядрами), слабое взаимодействие (оно обуславливает радиоактивный распад) и сильное взаимодействие (оно скрепляет воедино атомное ядро). Четвертая сила – гравитационная – никак не вписывается в общую формулу. Так мир оказался расколот на Макрокосм и Микрокосм. В первом действует теория относительности Эйнштейна и доминирует сила гравитации. В микрокосмосе преобладает квантовая теория, а гравитация не играет никакой роли.

Хокинг делает новую попытку преодолеть разрыв, опираясь на теорию струн. Согласно ей, все элементарные частицы состоят не из еще более крохотных – «точечных» – частиц, а из strings, «струн». Все мироздание на недоступном нам микроуровне – основе его основ – заполнено незримыми струнами, которые представляют собой энергию в чистом виде. Элементарные частицы – это не что иное, как их вибрации. Каждый из «квантовых тонов» соответствует определенной частице, например, кварку или электрону.

Итак, все известные нам «кирпичики мироздания» возникают подобно звукам, рождаемым при колебании гитарной струны. Это – мелодии, долетающие из невидимого Ничто в микромир, чтобы потом эхом – сложной симфонической картиной – отозваться в макромире, порождая зримые образы объектов. Из звучания этих струн рождается опус, который и называется Вселенной.

Расчеты убедили Хокинга, как и других создателей «теории струн», что мир, в котором она действует, не может быть трех– или четырехмерным – так же, как сама струна не может быть одномерной. На смену ей пришли другие «кванты» пространства – «мембраны», или сокращенно «браны»: они могут растягиваться в разных направлениях. Что же касается пространства, оно – одиннадцатимерное.

Подождите! Дайте вглядеться! Вот – длина, ширина, высота; X, Y, Z; ось абсцисс, ординат… Как ни поводи головой по сторонам, больше трех размерностей не сыщешь – да еще из точки Большого взрыва в бесконечность Вечного Будущего течет время, четвертая мера мироздания. Где остальные семь мер? Почему мы их не видим?

«Потому что, – говорит Стивен Хокинг, – сразу после Большого взрыва развернулись и достигли космических величин всего четыре размерности: пространство (длина, ширина, высота) и время». Остальные до сих пор «свернуты», как и в момент Большого взрыва. Они напоминают так и не распустившиеся цветочные почки; они размером со струну. По Хокингу, в каждой точке пространства притаилась семимерная «почка».

В свою очередь, могут существовать миры, где эти размерности все-таки развернулись. В подобном случае вся наша Вселенная заключена внутри такого «гиперпространственного» мира, как бессчетные прямые линии – внутри плоскости или бессчетные точки – на одной прямой линии. Точка идеально похожа на точку, как прямая линия идеально похожа на прямую линию, как наша Вселенная… на все остальные Вселенные?

Даже если эта мысль все еще чужда вам, от Вселенных-двойников трудно скрыться. Представьте себе, что толстовская «Война и мир» – это один «гипермир», а каждое из слов, мелькнувших на страницах романа, – одна Вселенная, подобная нашей. Но вот слово повторилось, мелькнуло еще раз, еще раз… Одни и те же Вселенные под названиями «Пьер», «человек», «обыкновенно» возникают в «гипермире»; они множатся как зеркальные отражения, как тысячи двойников.

«Возможно, вся видимая нами трехмерная Вселенная парит в четырехмерном гиперпространстве», – говорит Стивен Хокинг. Там ее подобий – как точек на бесконечной прямой, как слов во

всех тиражах «Войны и мира», которые когда-либо будут напечатаны.

У нашей Вселенной есть бесконечно много соседей. Похоже, если бы мы пробили ореховую скорлупу и выглянули наружу, мы увидели бы со всех сторон те же самые скорлупки. Загадочный гипермир оказался бы чем-то вроде мешка фундука или миндаля. И этот мешок – как скатерть-самобранка; в нем все прибывает орехов. Новые Вселенные постоянно рождаются в результате квантовых флуктуаций. «Подобное сотворение миров, – поясняет Хокинг, – напоминает образование пузырьков пара в кипящей воде. Многие из них тут же лопаются; другие расширяются, как случилось и с нашим миром».

Хокинг прибегает к еще одному сравнению: голограмма. Если взглянуть на нее под нужным ракурсом, то плоская картинка превратится в трехмерный объект. Что это значит применительно к мирозданию? Возможно, некоторые объекты в нашем трехмерном мире, если бы мы могли взглянуть на них со стороны, тоже превратились бы в нечто четырехмерное? Итак, информация из гипермира может в закодированном виде храниться в объектах меньшей размерности.

Надо сделать логичный вывод. А может быть, весь наш мир – это одна «голографическая пластинка»? Все события, происходящие здесь, суть отражения событий в гипермире? Мы – лишь грани, линии, точки чего-то, что вычерчено по ту сторону мироздания?

«Непременно да, – говорит Хокинг. – Наша жизнь может быть компьютерной игрой, которую затеяли инопланетяне (точнее было бы сказать “иновселеняне”. – *А.В* .), а все мы – лишь фигуры в этой игре. Быть может, мы – лишь голограммы, с которыми они решили развлечься».

Возможно, любые наши таланты, не объяснимые никакой логикой, – кроме фразы «дар случайный», – тоже объясняются тем, что обладатели этого дара вроде «гуляки Моцарта» способны, испытывая вдохновение, возноситься в высшие «голосферы» и – неосознанно для самих себя – черпать оттуда информацию: чудесные строки, идеи, созвучия. Наши страсти и фобии, по Хокингу, тоже можно объяснить умением заприметить знаки судьбы – «голограмму мира сего».

Так, Стивен Хокинг, стремясь отыскать истину, в конце концов задает себе тот же самый вопрос, который тысячи лет назад задавал себе другой мудрец – Чжуан-цзы:

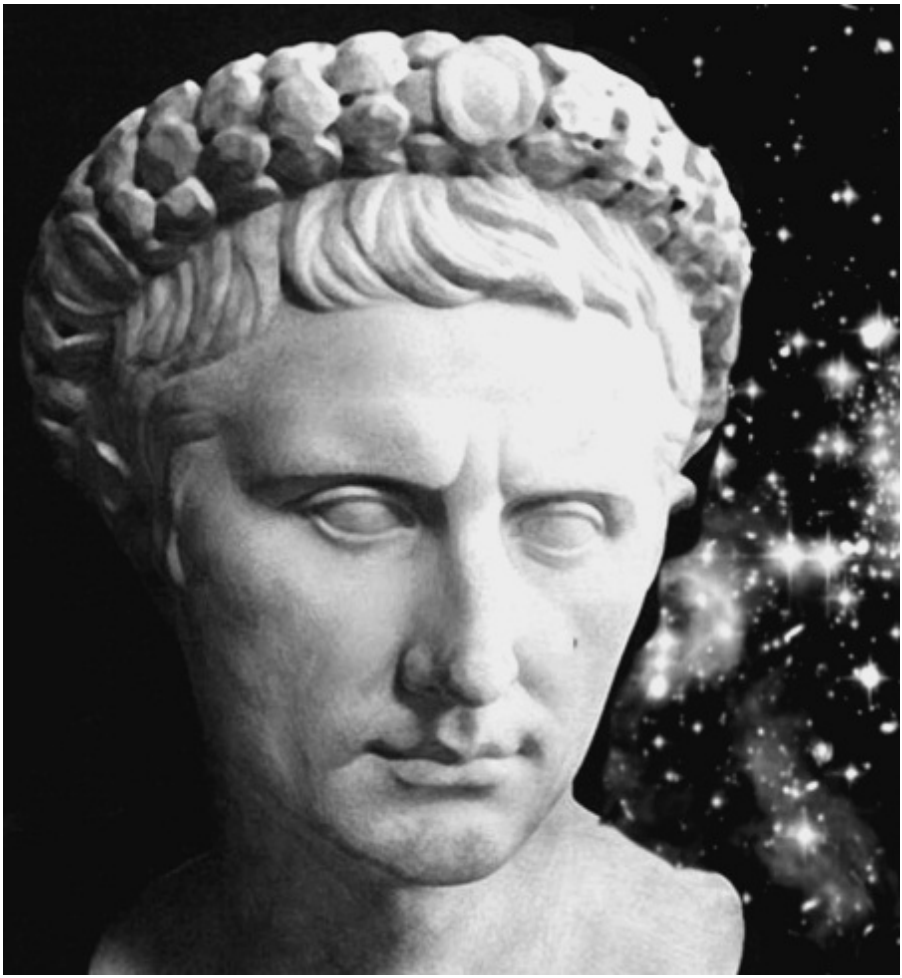
«Однажды Чжуан Чжоу приснилось, что он бабочка: он весело порхал, был счастлив и не знал, что он – Чжоу. А проснувшись внезапно, даже удивился, что он – Чжоу. И не знал уже: Чжоу ли

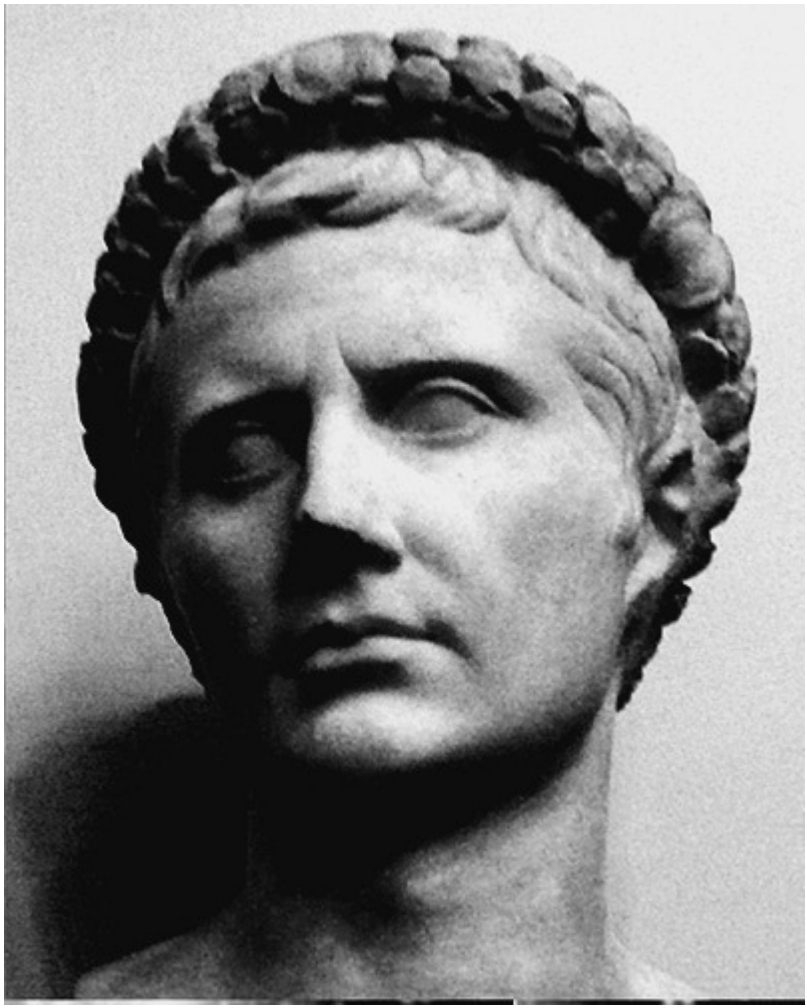
снилось, что он – бабочка, или бабочке снится, что она – Чжоу» (пер. В. Сухорукова).

Параллельные вселенные Александра Виленкина

Новейшие открытия астрономов доказывают, что мы живем в бесконечно большой Вселенной, которая будет вечно расширяться. Будущее мироздания, правда, выглядит по-прежнему мрачным. Звезды когда-нибудь погаснут, все вещество распадется, и даже черные дыры испарятся. Однако именно бесконечность Вселенной, может быть, сулит нам спасение. Целый ряд сценариев со счастливым концом, словно уготованных для фильмов Голливуда, предложил на рубеже XXI века Александр Виленкин.

Как известно, наша Вселенная родилась в пламени Большого взрыва. В течение миллиардов лет из случайных сгустков материи возникали звезды и галактики. Со временем в разных уголках Вселенной появилось множество «локальных миров» со своей особой судьбой. История нашей планеты – и вместе с ней человека – всего лишь одна из возможных форм эволюции живого в мироздании.





В других областях Вселенной каждый может обнаружить вариации самого себя

Анализируя подобное развитие событий, Александр Виленкин пришел к поразительному выводу: хотя Вселенная бесконечно велика, число «сценариев эволюции», возможных в ней, равно конечной величине. Под «сценарием» имеется в виду все, что случилось, вплоть до мельчайших событий, таких как столкновение двух атомов. Свой вывод он подкрепляет следующим рассуждением: бесконечная Вселенная состоит из множества регионов, ограниченных во времени и пространстве. Другие регионы расположены так далеко, что мы не дождемся информации оттуда. Мы принципиально не можем их наблюдать. «Если бы любые события, протекающие в разных областях космоса, могли отличаться на бесконечно малую величину, то количество этих событий было бы бесконечно велико. Ведь в рамках классической физики разница между двумя событиями

может быть сколь угодно мала».

Однако тут вмешиваются законы квантовой физики. Здесь исключительная точность, доступная сторонникам классических методов, невозможна. «Если два события в определенной мере похожи друг на друга, значит, они одинаковы, потому что, по принципу неопределенности Гейзенберга, их нельзя различить». На основании этого Виленкин делает вывод: «Количество событий в любой области Вселенной, ограниченной во времени и пространстве, равно конечной величине». Получается, что и «выбирать-то не из чего». В бесконечной Вселенной эти события будут повторяться… бесконечное число раз.

А потому надо относиться терпимо к любым жизненным невзгодам, ибо в других областях Вселенной, – откройся вам возможность их обозреть, – вы непременно отыскали бы самого себя: одну и ту же «тему с вариациями». При этом ваш двойник, разумеется, вел бы себя весьма неопределенно, и в ту минуту, когда вы сидели бы за чтением, он разговаривал бы по телефону, или отдыхал, или ужинал, или строил несбыточные планы, все так же оставаясь вашим двойником.

Впрочем, все это – лишь гипотеза Александра Виленкина. Наукой пока не доказано, что у каждого из нас по всему космосу раскидано множество alter ego. Однако и назвать эту гипотезу «причудливой игрой ума» тоже негоже. Если верны исходные посылки (а это именно так) – Вселенная бесконечна и однородна, а квантовая теория справедлива, – то можно полагать, что и вывод, сделанный на их основании, справедлив. Последняя фраза отозвалась эхом во всех не наблюдаемых нами областях Вселенной, где, в силу законов физики, живут точно такие же люди, как мы. И президент Альберт Гор, победив на выборах аутсайдера Буша, разумеется, звонит вечно живому Саддаму Хусейну, решая судьбу британской монархии.

Следующая гипотеза столь же спекулятивна, хоть и нравится многим космологам. В течение нескольких долей секунды после Большого взрыва наша Вселенная расширялась «экспоненциально». Скорость этого расширения превышала скорость света.

Однако могло случиться и так, пишет Виленкин, что инфляционное расширение прекратилось лишь в отдельных частях космоса, в том числе в наблюдаемой нами теперь. Эти области он называет «Вселенными-пузырями». Ложный вакуум, разделяющий их, по-прежнему расширяется со сверхсветовой скоростью и продолжает порождать все новые галактики и скопления галактик. Виленкин называет этот процесс «вечной инфляцией».

«Каждый из этих экспоненциально расширяющихся пузырей вырастает в целую Вселенную со своей собственной вечной инфляцией. В ней образуется бесконечно много Вселенных-пузырей с бесконечным множеством галактик. В этих регионах также могут возникать новые инфляционные пузыри, из которых вновь вырастают Вселенные, и все так и продолжается». Вселенные как на дрожжах растут на этом диковинном космическом тесте. Они появляются как мимолетные образы в тысячах расставленных кругом зеркал. Воистину нет предела их мельканию. Виленкин обозначил эту цепочку вселенских рождений термином «Recycling-Universum» («обновляющаяся Вселенная»).

Общение между отдельными Вселенными-пузырями невозможно, поскольку инфляция ложного вакуума приводит к тому, что ни один сигнал не успевает миновать это пустое, но стремительно расширяющееся пространство. Ничто не может преодолеть границы пространства-времени подобного региона.

Однако, по мнению Виленкина, мы могли бы послать какую-то весточку будущим жителям новых космических «пузырей», то бишь новых Вселенных: «Для этого понадобятся прочные контейнеры, куда можно упаковать эти послания, и еще – немножко везения: надо, чтобы эта посылка случайно угодила в народившуюся Вселенную. Адресаты когда-нибудь объявятся в новом мире. Так возникнет разветвленная сеть космической корреспонденции, перетекающая из одного мира в другой. Подобный способ поможет сохранить знания, накопленные жителями Вселенной, обреченной на гибель». Ведь из «тела» оной, как из омертвелого ствола, прорастут новые веточки, или «пузыри», – побеги будущих Вселенных.

…Впрочем, точные расчеты поумерили надежды космологов. Благодаря квантовым эффектам, во Вселенной будут возникать не только «пузыри» – зародыши новых миров, но и черные дыры, причем последних окажется, несомненно, больше. Почти наверняка эта весточка будет поглощена черной дырой. Чтобы иметь хоть какую-то надежду на успех предприятия – корреспонденции в мир иной, – надо разослать контейнеров больше, чем атомов в видимой нами части мироздания.

Так что либо «знания, накопленные жителями нашей Вселенной» надо умещать на бланке размером с электрон, – воистину подобная почта заслуживает названия «электронной», – либо надобна еще дюжина Вселенных, чтобы «пустить это барахло на контейнеры».

Конечно, если все события в нашей Вселенной повторяются, то космическая «бутылочная почта» не нужна. «Если законы

природы этого не запрещают, то в наблюдаемой части Вселенной все послания рано или поздно, в том или ином из миров, достигнут своих адресатов, хотим ли мы того или так распорядится случайность», – резюмирует Виленкин.

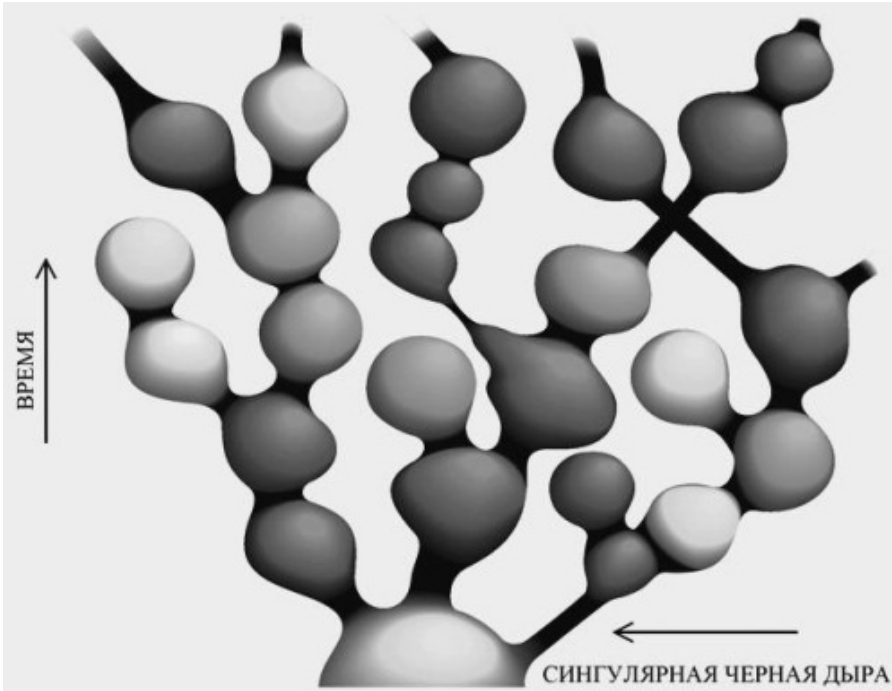
В любом случае Вселенная, вечно обновляясь, обещает нам вечную жизнь. «Если этот сценарий корректен, то жизнь, в самом деле, будет вечной – в том смысле, что она никогда не кончится». Впрочем, это не дарует нам личного бессмертия; нет, даже видимая нами часть Вселенной и то будет не вечна: когда-нибудь погибнут и звезды, и даже галактики. Однако законы природы, повторимся, вовсе не исключают, что возникнут бесчисленные обитаемые миры, в которых, по теории вероятностей, еще не раз найдется место вам, читатель. Ведь применительно к бесконечному миру вероятность – штука неотвратимая.

Гипотеза размножения вселенных Ли Смолина

Философы, богословы, физики вновь и вновь пытаются объяснить то уникальное «стечение обстоятельств», вследствие которого зародилась жизнь. Одни приписывают ее появление трудам Господа Бога, кроившего и тачавшего Универсум по мерке, снятой с несотворенного Адама. Другие заявляют, что эта космическая бутафория, с небом над головой, Солнцем в правом углу задника и звездочками на дальнем плане, сооружена для того, чтобы на фоне ее блистал своими делами Человек, «орудие всемирного разрушения».

Можно пойти иным путем и не осложнять чертеж необъяснимого бытия такой же непостижимой фигурой его Творца и, доверяя математике больше, чем благодати, установить в Пустоте конвейер, штампующий Вселенные вкривь и вкось, но иногда мастерящий «изрядно премилую вещицу». Можно, наконец, соединяя биологию, астрофизику и математику, объяснять это «чудо из чудес»… естественным отбором.

Так поступил Ли Смолин. Действительно, трудности, возникшие в космологии, напоминают те самые проблемы, над решением которых биологи бились всего полтора века назад, пока Чарлз Дарвин не сформулировал свою теорию эволюции. До него ученые с удивлением взирали на то, как различные животные приспособлены к жизни в той или иной обстановке, и, размышляя над этим фактом, приходили к очевидным, казалось бы, выводам: либо их кто-то специально творил, либо этим животным была изначально присуща некая цель, например, стремление к совершенствованию.



Сингулярная черная дыра – это не что иное, как лоно, из которого выбирается на свет бэби-Вселенная

Дарвин показал, что новые видовые признаки возникают по причине случайных наследственных изменений и их просеивания через сито отбора. Все эти модификации проходят суровую проверку. Только лучшие выдерживают отбор. У особей, наделенных этими признаками, появляется свое потомство, которое столь же успешно конкурирует с другими представителями вида. Таким образом, укореняется тот или иной видовой признак. И незачем говорить, что, «создавая это животное, Природа имела своей целью…» Дудки! Никакой цели не было. Победило самое приспособленное. Движителем эволюции явился не Бог с циркулем и меркой, не некий идеал, засевший в воспаленном мозгу зверя, а комбинация мутационной изменчивости и естественного отбора. Этой комбинации вполне достаточно, чтобы объяснить эволюционные процессы.

Если же мы предположим, что существует множество Вселенных, то почему бы принципам, восторжествовавшим у нас, на Земле, не упорядочить и эту «пеструю когорту мирозданий». Такой была основная идея книги «Жизнь космоса» Смолина. Он предположил, что… Вселенные размножаются, как любые живые существа. Новые, появившиеся на свет Вселенные незначительно отличаются от своих предков и, как все прочие организмы, вынуждены выдерживать естественный отбор. Итак, существует «космическая эволюция».

Но, постойте, каким же образом размножаются Вселенные? Смолин отвечает: с помощью черных дыр. Температура и плотность в центре черных дыр бесконечно возрастают. Понятия времени и пространства теряют всякий смысл. Это экстремальное состояние – его называют сингулярным, – могло бы, по мнению Смолина, стать зародышем новой Вселенной. «В момент очередного Большого взрыва зародыш Вселенной отрывается от Вселенной-родительницы и отныне ведет самостоятельное существование».

Итак, по идее Смолина, «бэби-Вселенные» отпочковываются от черных дыр, как дрожжевые клетки – от подобных им клеток. При этом, если в каждой из дочерних Вселенных возникнут некоторые случайные, незначительные мутации природных законов, темпы размножения этих космических «бэби» будут разниться.

В чем это выразится? Что определяет репродуктивную способность Вселенных? Прежде всего, количество черных дыр, в них возникающих. Чем больше этих загадочных объектов, тем плодовитее Вселенная. Сингулярная черная дыра – это не что иное, как лоно, из которого выбирается на свет «бэби-Вселенная». По словам Смолина, с родословной у нашего космоса все в порядке: его Вселенная-мать и сама была приспособлена к жизни, и дитя на свет произвела хорошее – нашу Вселенную так и пучит от черных дыр.

Придуманный им «механизм космического размножения», как полагает Смолин, благоприятствует зарождению жизни, в том числе разумной. Вот некоторые его доводы.

Для появления организмов, напоминающих наши, земные, необходимо по крайней мере существование звезд. Если имеются звезды, появятся и черные дыры, а значит, оттуда со временем выпорхнут новые Вселенные. Плодовитые Вселенные, по словам Смолина, как и способные плодоносить организмы, встречаются, очевидно, чаще, чем те, что в силу каких-то мутаций не могут приносить потомство. Эти Вселенные изобилуют звездами, вокруг которых может возникнуть жизнь.

В течение всей длительной космической эволюции худшие Вселенные гибли, выбраковывались, а лучшие плодились и плодились. Наша Вселенная явилась продуктом слепого, но в высшей степени эффективного процесса космического приспособления.

Долгое время очередная Вселенная рождалась лишь, когда умирала ее родительница. Это был очень архаичный способ размножения космических миров. Представьте себе, что животные неизбежно умирали бы, едва принеся единственного потомка!

Однако в конце концов произошла мутация фундаментальных констант, – ее можно сравнить с генетической мутацией в мире живого, – и появилась Вселенная, похожая на нашу, то есть усеянная черными дырами. Из этих черных дыр теперь и рождается бессчетное множество параллельных Вселенных.

Такова общая схема. Наша физика, говорит Смолин, пока не в состоянии описывать подобные процессы. Определенная ясность появится впоследствии, когда будет создана универсальная теория, которая сведет воедино все силы, действующие в Природе.

В его рассуждениях спорным является следующий пункт. Он считает, что лишь Вселенные, содержащие большое число сингулярных объектов, благоприятны для развития жизни. Однако вполне можно представить себе Вселенные, которые усиленно размножаются и все же остаются абсолютно необитаемыми.

Допустим, во Вселенной не будет звезд. Ни одной! Зато черных дыр окажется «видимо-невидимо». Ведь они могут возникнуть на ранней стадии существования Вселенной – из-за мощных турбулентных потоков в газовых скоплениях, заполняющих пространство. Подобная Вселенная будет размножаться, но жизнь в ней не зародится. Смолин так же не исключает того, что «бэби-Вселенные» взорвутся прямо в материнском чреве и уничтожат жизнь в родительской Вселенной.

Итак, Вселенные могут быть очень плодовитыми, изобиловать черными дырами, но это не означает, что в них непременно зародится жизнь. И все же весьма вероятно, что на одной из стадий естественного космического отбора во Вселенной случайно зародится жизнь. Так возникла наша, населенная нами Вселенная. Так в конце концов появились мы. Стало быть, своим происхождением мы, по большому счету, обязаны черным дырам, если внять этой гипотезе.

В таком случае, если Солнечной системе суждено исчезнуть внутри черной дыры, притаившейся в центре нашей Галактики, то сингулярный объект, в каковой она превратится, станет со временем зародышем новой Вселенной, в которой в один прекрасный день снова появятся на свет разумные существа, которые в один прекрасный день снова зададутся теми же самыми вопросами, ответы на которые они в один прекрасный день снова отыщут в книге, которую вы только что прочли, один прекрасный читатель. Только в которой по счету Вселенной это случится?